SUR

UNE FONCTION PEU CONNUE

DU PANCRÉAS.

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2

SUR

UNE FONCTION PEU CONNUE

DU PANCRÉAS

LA DIGESTION DES ALIMENTS AZOTÉS.

EXPÉRIENCES PARALLÈLES SUR LA DIGESTION GASTRIQUE ET INTESTINALE,

INDUCTIONS CLINIQUES

PAR

LUCIEN CORVISART.

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND

EXTRAIT DE LA GAZETTE HEBDOMADAIRE DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE

PARIS,

LIBRAIRIE VICTOR MASSON,

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE.

1857-1858.

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction 1

Digestion de l'albumine de l'œuf sous l'influence de l'estomac, du pancréas 5

Action de la bile sur les substances que l'estomac, après la digestion, verse dans l'intestin 22

Digestion de l'albumine du sang 31

Digestion de la fibrine 34

Le suc pancréatique digère les aliments azotés, indépendamment de sa réaction acide, neutre, alcaline . . 41

Action importante du suc gastrique sur le suc pancréatique 45

Tissu cellulaire et gélatine 54

Digestion du tissu cellulaire 54

Digestion de la gélatine 69

Digestion de la musculine 85

Digestibilité des aliments 94

Digestion de la caséine 96

Le but de la digestion gastro-intestinale n'est pas de faire de l'albumine 101

Digestion prolongée intra-veineuse 106

Explication par cette digestion de la richesse des vaisseaux porto-hépatiques, c'est-à-dire du foie, en albuminose et en glycose 109

Résumé général. Propositions physiologiques ; inductions pathologiques 113

SUR

UNE FONCTION PEU CONNUE

DU PANCRÉAS.

Introduction.

Eberle ayant découvert, en 1834, que le liquide du pancréas a pour fonction d'émulsionner les corps gras, rien ne fut plus inattendu que ce que Purkinje et Pappenheim affirmèrent en 1836 (1), savoir, qu'ils avaient encore retiré du pancréas un liquide doué de la propriété de *dissoudre* les aliments albuminoïdes eux-mêmes.

Cette assertion arrivait au moment où Wasman isolait le principe actif du suc gastrique.

Les physiologistes allemands étaient d'ailleurs en pleine voie d'exclusivisme.

Les uns déclaraient que l'estomac seul dissout les aliments azotés ; les autres refusaient désormais à cet organe la fonction spéciale qu'on était accoutumé à lui reconnaître, et mettaient les muscles, le tissu cellulaire, le péritoine, les muqueuses trachéale, vésicale, nasale, les kystes même, en possession de propriétés digestives analogues à celles de l'estomac.

(1) Burdach, *Traité de physiologie*, traduit par Jourdan sur la deuxième édition, IXe volume, p. 317. Paris, 1841. D'après Fœrip's *Notizen*, t. XIV, p. 211.

Les promoteurs de ces dernières doctrines avaient vu dans leurs expériences de petits morceaux de viande et d'albumine perdre de leur poids : leur conclusion était que cette perte avait eu lieu par le fait d'une digestion; mais ils oubliaient que l'évaporation ou l'absorption de l'eau renfermée dans ces substances peut seule diminuer leur poids des trois quarts sans qu'un atome de la partie réellement solide et digestible ait été dissous.

On n'avait pas encore acquis, d'ailleurs, les connaissances suffisantes pour établir, avec autant de rigueur qu'aujourd'hui, la différence qui sépare une dissolution simple de la manière d'agir d'une fonction telle que la digestion.

Dès lors, cette incertitude permettait aux savants de se résoudre, bien que le bon sens y répugnât, à admettre une similitude réelle entre la digestion et la dissolution simple des aliments azotés.

Une nouvelle conquête de la science, due à Mialhe et à Lehmann, fit voir combien la seule dissolution des aliments albuminoïdes est loin de remplir le but final de la digestion.

Une matière seulement dissoute, en effet, peut n'être pas plus changée dans sa nature que le sucre n'est modifié dans l'eau; les aliments digérés, au contraire, ont subi une véritable *transformation*.

A partir de ce moment, prouver qu'un liquide dissout les aliments ne fut rien moins que démontrer qu'il remplit le rôle de la digestion.

Néanmoins, de même qu'on avait renouvelé en France les expériences relatives à l'action émulsive sur les graisses, on répéta l'affirmation relative aux aliments albuminoïdes (1);

(1) *Leçons de physiologie expérimentale*, par M. Cl. Bernard, t. II. Paris, 1856.

mais on n'apporta aucune série d'expériences précises ou nouvelles, ni d'autre preuve de digestion que la dissolution; en sorte que la science restait toujours au point où Purkinje et Pappenheim l'avaient laissée il y a vingt et un ans.

Faire un pas de plus, montrer en quoi consiste non pas la dissolution, mais la transformation que le pancréas fait subir aux aliments plastiques; apporter à la découverte de Purkinje et de Pappenheim une preuve convaincante; établir, surtout d'après des faits simples et faciles à vérifier, les relations et les différences fonctionnelles de l'estomac et des intestins, tel est le but de ce mémoire.

Nous engageons le lecteur à répéter, comme nous les avons faites, les expériences que nous rapportons; sa conviction, sans doute, viendra fortifier la nôtre, et, dans tous les cas, servira la science, si peu avancée sur ce sujet.

Nous examinerons, dans le cours de ce travail, les aliments tirés du règne animal, qui sont chimiquement les plus fixes et les plus simples, tels qu'ils se trouvent dans la nature.

L'albumine de l'œuf, l'albumine et la fibrine du sang, la musculine dépouillée de tissu gélatigène, le tissu cellulaire, la gélatine, la caséine, etc., isolément envisagés, nous occuperont longuement. Cette étude permettra de comprendre ensuite très facilement la digestion des aliments, qui ne sont, comme les muscles, la viande, etc., que la réunion, en proportions variables, de ces substances.

Chaque aliment azoté étant pris à part, nous recherchérons les transformations que la digestion gastrique et la digestion intestinale lui font successivement subir, et les degrés de ces transformations, puis, chose très pratique et très négligée, la quantité de cet aliment que chacune de ces digestions transforme et celle qu'un poids fixe de suc

gastrique ou de suc pancréatique est susceptible de digérer.

On remarquera que la digestion gastrique est assez simple à étudier, parce qu'elle s'exerce sur l'aliment encore naturel ; elle ne donne lieu à examiner que :

1° La quantité de l'aliment que le suc gastrique dissout ;

2° La qualité ou les caractères de l'albuminose ou peptone produite.

Au contraire, l'examen de la digestion intestinale est plus compliqué, car la bile, le suc intestinal et le suc pancréatique coexistent dans l'intestin ; dès lors il faut procéder à une étude séparative et analytique plus complète. De plus, les matières que l'estomac, après sa digestion, chasse dans le duodénum sont loin d'avoir la simplicité, l'uniformité primitive de l'aliment ; loin de là, elles sont un mélange de trois éléments absolument dissemblables, savoir : 1° la solution de peptone, produit de l'action du suc gastrique (*aliments digérés*), 2° la partie alimentaire non dissoute par le suc gastrique (*aliments non digérés*), 3° la partie du *suc gastrique* lui-même, qui n'a pas eu d'action sur l'aliment : ce n'est donc pas non plus sur cette masse variable et non définie qu'on nomme le chyme qu'il faudra rechercher l'influence directe et séparée du suc pancréatique, de la bile, du suc intestinal, mais au contraire sur chacune de ces trois substances.

Ce travail incessant d'analyse seul permet, ici comme en toutes choses, d'arriver à débrouiller l'enchevêtrement des actes fonctionnels de l'économie pour reconstituer ensuite leur synthèse.

Ce n'est qu'après ces investigations qu'il nous sera permis de chercher à mieux concevoir la digestion des

aliments azotés les plus complexes, dans toute la longueur du canal digestif, et d'aborder ce qui doit être le but de toute physiologie, les conséquences pratiques et applicables. Nous devons donc être, d'abord, beaucoup plus sobres de réflexions que d'expériences et de faits.

Albumine.

1° ALBUMINE DE L'ŒUF.

A. *Action du suc gastrique sur l'albumine; résultat de cette action.*

LE SUC GASTRIQUE DISSOUT LE TIERS DE SON POIDS D'ALBUMINE, LA REND INCOAGULABLE, ET LA TRANSFORME EN ALBUMIN-PEPTONE. — Je ne m'étendrai point sur les considérations dans lesquelles je suis entré dans un autre ouvrage (1) relativement à la digestion gastrique de l'albumine de l'œuf; je rappellerai seulement des points essentiels.

L'albumine crue de l'œuf a pour caractère d'être coagulée en entier (2) par la chaleur de + 100° th. c., même lorsque la matière est diluée dans dix fois son poids d'eau.

Si l'on introduit de l'albumine crue dans l'estomac des animaux carnivores ou de l'homme, et qu'après la digestion gastrique la plus prolongée on retire l'aliment, il reste une partie de ce dernier qui n'est point modifiée dans sa propriété caractéristique, et se coagule encore.

De là vient l'erreur de ceux qui, comme Müller, ont pensé

(1) *Aliments et nutriments*, 1854, et *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXXV, 1852.

(2) Sauf une partie qu'il faut enlever préalablement par des lavages (fausse albumine), mais qui est minime. (*Loc. cit.*)

que l'albumine crue est directement assimilable et n'a pas besoin d'être digérée par l'estomac.

Si, en respectant les meilleures conditions de digestibilité connues, on fait, à l'aide du suc gastrique obtenu d'un carnivore, une digestion artificielle avec 100 grammes d'albumine d'œufs crus, et qu'après douze heures de séjour à l'étuve on vienne à élever la température à + 100° th. c., il se forme un coagulum; si l'on retient celui-ci sur le filtre et qu'on en pèse le résidu sec, au lieu d'obtenir en albumine coagulable un poids de 14gr,10 (1), on ne recueillera que 9 à 10 grammes. Les 4 ou 5 autres grammes représentent le tiers de l'albumine, qui a cessé, par le fait de la digestion gastrique, d'être coagulable, pour devenir albuminose.

La démonstration est également complète si l'on agit sur de l'albumine préalablement coagulée; celle-ci perd, par la digestion à l'étuve, plus d'un tiers de son poids évalué privé d'eau. On peut dire que 100 grammes de suc gastrique du chien peuvent produire près de 4gr,90 d'albuminose (Lehmann en fixa le chiffre à 5 grammes). Bidder et Schmith, dans un mémoire on ne peut plus riche de faits, publié la même année que le travail où je consignai cette évaluation, ne donnent que 2gr,2; mais ils ignoraient les conditions à observer pour obtenir la meilleure digestion possible d'albumine.

Le quantité d'albuminose produite est plus élevée quand on met l'albumine directement dans l'estomac.

Quoi qu'il en soit de la quantité digérée, on sait que l'albumine n'a pas été simplement dissoute, car elle a, outre sa coagulabilité, perdu encore d'autres propriétés par le fait de sa digestion dans le suc gastrique.

(1) Poids qu'auraient donné 100 grammes d'albumine non digérée.

Cette transformation a été mise en lumière par les recherches de Mialhe et Lehmann. Le corps nouveau que la digestion a produit est l'albuminose ou peptone, corps défini à peu près au même degré que la caséine, la gélatine, etc. Les caractères chimiques qui sont propres à cette substance sont maintenant assez bien connus; nous les rappellerons plus loin à l'occasion des propriétés nouvelles que la digestion pancréatique donne de son côté à l'albumine.

Puisque l'estomac, après la digestion, verse dans le duodénum trois substances absolument différentes: 1° de l'albumine non encore digérée, 2° de l'albumin-peptone, 3° le suc gastrique encore pur, c'est à l'état d'isolement complet que nous devons soumettre chacune de ces substances à l'épreuve du suc pancréatique.

B. *Action du liquide pancréatique.*

1° *Action du suc pancréatique sur l'albumine non digérée par le suc gastrique.* — LE SUC PANCRÉATIQUE VERSÉ DANS LE DUODÉNUM PENDANT UNE DIGESTION EXPÉRIMENTALE, OU LE LIQUIDE EXPRIMÉ DU PANCRÉAS (CHEZ LE CHIEN ET LE MOUTON), DISSOLVENT AU MOINS 40 GRAMMES D'ALBUMINE.

Je vais rapporter brièvement, pour donner comme introduction à l'étude du suc pancréatique, l'expérience suivante, qui est plutôt capable de fixer l'attention par son résultat en somme, que de satisfaire par la précision des détails.

A un jeune et gros chien de 15 kilogr., à jeun depuis vingt-quatre heures, j'ouvris, sans que le pancréas fût touché, les deux extrémités du duodénum, et je purifiai par un courant d'eau à + 38° th. c. cet intestin des liquides qui pouvaient y exister; j'interceptai aussitôt toute communication avec l'estomac par un lien, et, par l'ouverture inférieure,

j'introduisis dans le duodénum 78 grammes d'albumine d'œuf cuit, absolument insoluble, puis je les y fixai par une ligature. Des aliments existaient aussi dans l'estomac.

Dix-huit heures après l'animal fut tué par strangulation.

Le pancréas était parfaitement blanc, normal, n'ayant été ni blessé par l'opération, ni gêné dans sa circulation.

Le duodénum lié était très rouge, distendu par des liquides qu'une pression, même énergique, ne pouvait en faire échapper. L'organe fut enlevé, ouvert, vidé absolument de ce qu'il contenait, c'est-à-dire de quelques morceaux d'albumine reconnaissables, mais mous, nageant dans 325 c. c. d'un liquide alcalin laissant déposer lentement par le repos des flocons légers.

Tout ce qui était insoluble fut retenu par un filtre, enlevé, desséché complétement, puis mis sur la balance; ce qui donna un poids de 3 gram. 55 centigr., représentant le tiers environ de l'albumine sèche ingérée.

Le duodénum avait donc dissous près de 50 grammes du blanc d'œuf humide qu'on lui avait confié.

Mais je ne rapporte cette expérience que pour faire entrevoir une des fonctions du pancréas.

Il faut actuellement étudier dans ses détails, avec le plus de précision possible, quelle est cette fonction, quel est son résultat et son but.

Quoique la dissolution de l'albumine ne soit nullement une preuve de sa digestion, assurément il faut reconnaître qu'elle en est toujours une présomption.

Cherchons donc à savoir en premier lieu en quelle quantité l'albumine est dissoute par le pancréas.

L'expérience que nous venons d'exposer brièvement nous montre que, défalcation faite de l'eau que l'albumine avait

apportée, 250 c. c. au moins de liquide sécrété (1) avaient été versés dans le duodénum (2).

(1) La bile (elle pouvait être déjà résorbée) y était sans doute pour bien peu, car il me fut impossible, par l'acide nitrique, d'en déceler la présence, et je pouvais négliger la faible proportion de liquide intestinal qui avait pu être produite.

(2) Je vais indiquer ici, une fois pour toutes, comment j'ai procédé dans mes expériences, et par quelles préoccupations j'étais guidé.

1° Quand on vient d'ouvrir l'estomac ou les intestins à travers une plaie abdominale, et qu'on veut y mettre une certaine quantité d'aliments, rien n'est plus long que de les introduire miette à miette ou par un entonnoir ; rien également n'est plus dangereux, parce que les parcelles peuvent tomber dans le péritoine. J'ai donc fait faire deux tubes de verre fort, d'un calibre un peu inférieur à celui du duodénum de l'animal en expérience. Ils sont émoussés par l'émeri à l'extrémité, de manière qu'ils peuvent glisser sur la membrane muqueuse sans la déchirer ; ils sont très longs et chargés par avance de toute la matière alimentaire que je veux introduire. Celle-ci peut être poussée d'un coup dans l'intestin, par un long refouloir, après qu'on a fait pénétrer les tubes dans le duodénum par une pression lente qui paralyse la contraction du tube alimentaire.

2° La simple suture des membranes muqueuses et l'adossement des membranes séreuses intestinales ne suffisent pas toujours à empêcher qu'il n'existe quelque orifice d'où s'écoulent les matières liquides qui tombent dans le péritoine ; il est donc indispensable de faire en plus une ligature qui embrasse une partie de l'organe au-dessous de la suture.

3° Si l'on agit sur le duodénum, on lie tout d'abord circulairement l'intestin au-dessous du pylore ; un fil est conservé hors de la plaie abdominale, afin de reprendre facilement l'organe, sans tâtonnements, sans manipulation douloureuse et incertaine ; cela fait, on lie la fin du duodénum ; on soutient, par les deux sondes cannelées qui ont servi à poser la ligature, les deux extrémités de l'intestin, la masse duodénale étant entièrement refoulée dans le ventre. Une petite ouverture est alors faite aux deux extrémités du duodénum, et par l'une d'elles on pousse une injection d'eau pour chasser toute matière contenue dans l'intestin ; puis la petite ouverture supérieure faite pour introduire la canule de la seringue est soigneusement refermée par une suture. Alors on agrandit l'ouverture inférieure, et c'est par elle qu'on injecte de bas en haut la matière alimentaire.

4° Si pour reconnaître le duodénum on le tirait hors du ventre, on malaxerait avec les doigts, on irriterait par l'air extérieur, on étranglerait par la constriction de la plaie abdominale le pancréas, qu'il est absolument important de ménager, puisqu'il s'agit de ne pas troubler sa fonction. Au lieu de suivre ce mauvais procédé, il faut *reconnaître* le pylore, le lier ; une fois cela fait, ne plus quitter des doigts le duodénum ; tenir ce dernier seulement par son *bord libre*, au niveau, non en dehors de

Or j'ai, depuis quatre ans, insisté sur ce que la quantité du produit digéré, et non pas l'abondance du fluide sécrété, est seule capable de mesurer la *valeur* des liquides digestifs

la plaie abdominale ; alors, en changeant de main, on le suit jusqu'à ce que la résistance qu'on éprouve de la part du péritoine avertisse qu'on arrive à la fin de la portion horizontale de cet intestin. La meilleure opération de ce genre est celle dans laquelle on n'a pas aperçu le pancréas.

5° Comme dans l'état physiologique la digestion duodénale se fait *pendant* que la digestion gastrique s'achève, il est bon de mettre quelques aliments dans l'estomac en même temps qu'on fait une expérience de digestion dans le duodénum. Dans cette manière d'agir, il y a triple avantage : 1° les deux digestions se trouvent simultanées ; 2° on peut faire une expérience de plus dans l'estomac ; 3° lorsque l'une des digestions étonne par son résultat, on examine si l'autre est également singulière : or s'il en est ainsi, on peut en accuser un trouble général ; dès lors des doutes relatifs à la légitimité des conclusions qu'on devrait tirer surgissent et préservent de l'erreur. Toutefois il arrive souvent que la digestion duodénale est parfaite, tandis que la digestion gastrique est mauvaise, le suc gastrique étant neutre, ou remplacé par une sécrétion muqueuse. Cela s'explique. En effet, l'estomac étant lié à ses deux extrémités, c'est l'organe même qui *forme, sécrète* le suc gastrique, dont la circulation est gênée, tandis que les ligatures posées au duodénum ne gênent la circulation que de l'organe qui *reçoit* le suc pancréatique et respectent absolument la glande qui sécrète ce fluide.

6° Lors de l'autopsie, si l'état du pancréas est normal, on peut croire aux résultats de la digestion duodénale. Si le pancréas est rouge ou altéré, il faut douter et recommencer l'expérience. Mais *l'état du duodénum n'implique rien* relativement à la digestion, celle-ci peut être parfaite, quoique l'intestin soit (il l'est toujours) rouge, congestionné par suite de la double ligature qui l'étreint. La sécrétion pancréatique, dont on étudie plus spécialement l'action, est respectée, parce que la ligature n'embrasse nullement les vaisseaux du pancréas, et laisse toute liberté à la circulation dans l'épaisseur de la glande.

7° Si l'on veut faire conserver à l'estomac son contenu, on ne doit pas chercher à lier le cardia ; car, outre que l'opération est très difficile, les deux orifices de l'estomac étant le siége d'une constriction, la circulation stomacale serait gravement gênée, la sécrétion profondément altérée et rendue muqueuse ; par conséquent, la ligature de l'œsophage est bien préférable.

8° On sait que les mucosités, s'accumulant dans ce dernier conduit, ne peuvent, s'il est lié, être avalées ou rejetées, et qu'alors elles asphyxient les animaux *avant le temps convenable pour que la digestion se soit accomplie ;* il est facile d'éviter cet accident par la douceur, le choix du moment et du lieu de l'opération. La douceur arrête l'agitation des animaux (il faut les calmer de la voix et du regard, sans employer la coercition, qui les irrite, et par cela même provoque une sécrétion muqueuse plus

naturels ou artificiels (1), et (d'après des expériences faites en ce temps) sur la manière vicieuse dont on a cherché à apprécier l'intensité des sécrétions digestives.

L'abondance d'une sécrétion indique son aquosité; son énergie fonctionnelle, qui dépend d'ailleurs de ses principes actifs, indique seule sa richesse.

Pour nous donc, l'énergie digestive expérimentée sur les aliments est le seul critérium de l'intensité sécrétoire réelle des sucs digestifs.

Le lecteur, dans les essais que je rapporte, ne devra point s'inquiéter, en conséquence, de la quantité variable du liquide pancréatique produit, c'est-à-dire de l'aquosité.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est que, chez un animal d'une espèce donnée, malgré la variation de la quantité du liquide pancréatique sécrété, la somme de ce dernier a une énergie digestive à peu près uniforme quand on agit dans des conditions semblables. En effet, ayant tué, douze heures après l'opération, un chien d'un poids de 22 kilogrammes, dont le duodénum avait reçu 65 grammes d'albumine cuite, je ne recueillis que 185 grammes de liquide, et cependant, dans

abondante que d'ordinaire). Si la ligature de l'œsophage est faite au commencement de l'opération, la constriction de l'organe, l'inquiétude de l'animal qui ne peut avaler, amènent une spume baveuse que la douleur, les efforts, augmentent pendant toute la durée de l'opération : aussi, à la fin de l'expérience, l'animal devient-il plus agité par sa déglutition empêchée que par sa plaie du ventre ; tout au contraire, quand on fait l'opération sur le duodénum en premier lieu, celle sur l'estomac en second, et la ligature de l'œsophage tout à fait à la fin, on prévient cette hypersécrétion spumeuse : car la ligature de l'œsophage, venant à la fin de la vivisection, est pour l'animal le signal d'un repos relatif et d'un apaisement à ses douleurs.

Le lieu qui me semble préférable pour l'opération est la fin de l'œsophage cervical, la ligature se pose très facilement entre les deux sterno-mastoïdiens ; d'ailleurs on conserve ainsi un grand espace à l'accumulation des mucosités. Il est encore préférable d'ouvrir l'œsophage au-dessus de la ligature, afin de permettre aux mucosités de s'écouler au dehors.

(1) L. Corvisart, *Dyspepsie et consomption ; usage de la pepsine*. Paris, 1854, p. 8.

celui-ci, 55 grammes de cet aliment avaient été dissous, car le filtre ne retint en grumeaux non digérés qu'un poids équivalent à 10 grammes de l'aliment introduit.

Cette seconde expérience, dans laquelle j'avais eu soin de lier le canal cholédoque, montrait, en outre, que la digestion des 45 grammes d'albumine avait eu lieu sans aucune intervention ni du suc gastrique, ni de la bile; mais le duodénum avait pu fournir un peu de suc intestinal (1).

Pour arriver à une expérimentation plus exacte et n'avoir que l'intervention du pancréas, j'eusse voulu me servir du procédé de de Graaf, qui consiste à recueillir le suc pancréatique dans une poche à l'aide d'un tube introduit dans le canal excréteur de la glande.

Mais ce procédé, très intéressant en lui-même et commode pour envisager avec curiosité comment les graisses sont émulsionnées, comment apparaît la glycose dans les matières féculentes, fait absolument défaut quand on veut poursuivre une recherche.

Non-seulement, en effet, on obtient à chaque heure des produits tellement variables en énergie, en concentration, qu'aucune comparaison n'est possible entre eux, mais encore, après dix heures de patience, à peine a-t-on recueilli sur les chiens quelques grammes de liquide.

Si l'on considère que ce n'est point ce procédé qui a conduit Éberle, Valentin, Sandras et Bouchardat, ni Purkinje et Pappenheim, à leurs découvertes, et que depuis il a fait relativement peu avancer la science, on conviendra que les autres peuvent mériter la préférence.

J'employai d'abord le procédé de l'infusion du pancréas, auquel on doit le plus de découvertes.

(1) Toutefois le suc intestinal n'a guère d'action que sur un bien faible poids des aliments albuminoïdes.

Je pris le pancréas parfaitement sain du chien qui servit pour la première expérience. Cette glande fut finement découpée et mise en infusion, pendant deux heures, dans de l'eau à + 40 degrés centigrades. Après ce temps, je filtrai, et j'obtins 50 centimètres cubes de liquide.

Je fis avec lui l'expérience suivante :

40 grammes d'albumine lavée, que le suc gastrique n'avait pas digérés, furent mis pendant cinq heures à une température constante de + 40 degrés centigrades.

Après ce séjour à l'étuve, les 40 grammes d'albumine étaient presque entièrement liquéfiés.

Le résultat fut à peu près le même avec l'infusion du pancréas du second chien, car 50 grammes d'albumine furent dissous.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux obtenus dans le duodénum des chiens sacrifiés, on remarquera que, chez le même animal, la quantité, quelle qu'elle soit, de suc pancréatique sécrété pendant une période digestive, aussi bien que l'infusion d'un pancréas entier, ont présenté un pouvoir dissolvant à peu près égal sur l'albumine (40 gram., 50 gram., 55 gram.).

Mais un examen attentif conduit plus loin.

En effet, je pris, à des dates diverses, huit pancréas de chiens à peu près de même grosseur, tués dans les mêmes conditions. Chaque glande fut prise entière; mais l'une fut infusée dans 20 grammes, l'autre dans 50 grammes d'eau, etc. Or, à la totalité de l'infusion, je retrouvai toujours un équivalent digestif très voisin de 40 grammes d'albumine, en sorte que l'aquosité de l'infusion paraît, dans ces limites, ne point exercer d'influence sur la digestion pancréatique, soit naturelle, soit artificielle.

Je ferai remarquer que les conditions dans lesquelles j'expérimentais (à part le poids des animaux, qui varia entre 15 et 22 kilogrammes, mais fut presque toujours de 15 à 18) étaient toujours conservées à peu près semblables, et que, si un pancréas avait été grièvement blessé, je ne faisais point sur lui d'expérimentation.

Le résultat uniforme que je signale doit être bien près de la vérité, puisqu'il fut absolument analogue, quand j'expérimentai la digestion de la fibrine.

Le pancréas des animaux herbivores présentait-il donc cette conformité d'énergie?

Quoique le fait puisse paraître singulier, je dois affirmer que très souvent je pus, avec l'infusion du pancréas de mouton, dissoudre également 40 à 50 grammes d'albumine d'œuf.

J'allai plus loin encore. Après avoir fait une infusion étendue de pancréas, soit de mouton, soit de chien, j'y versai de l'alcool absolu jusqu'à cessation de précipité. Ainsi que, du reste, on l'a indiqué, je repris le précipité sur le filtre et le fis dissoudre dans l'eau. Or, avec le précipité redissous, je trouvai que l'on pouvait toujours liquéfier ce même poids d'albumine (40 à 50 grammes environ).

Guidé par un grand nombre d'analogies qui existent entre la pancréatine et la pepsine, et dont les traits sont tracés dans la suite de ce mémoire, j'imaginai de précipiter l'infusion de pancréas comme on précipite l'infusion de muqueuse gastrique. J'obtins ainsi un composé d'oxyde de plomb et de pancréatine (?); je le décomposai par l'acide sulfhydrique ou sulfurique. Dans cette expérience, au lieu de pepsine libérée, ce fut la pancréatine (?) qui fut mise à nu dans une eau légèrement acidulée par l'acide acétique du sel de

plomb. Eh bien, cette eau, renfermant le principe actif d'un pancréas entier de mouton ou de chien, liquéfia encore, bien qu'elle fût acide, 40 à 50 grammes d'albumine.

Cette dernière expérience mène de plus à penser que la réaction n'est pour rien dans la direction digestive de certains ferments de l'économie, fait important relativement à la théorie du rôle de la digestion pancréatique, et qui nous arrêtera plus loin.

Mais reprenons le cours de nos expériences.

LE SUC PANCRÉATIQUE TRANSFORME, EXACTEMENT COMME LE SUC GASTRIQUE, LE BLANC D'ŒUF EN ALBUMIN-PEPTONE; LES DEUX NUTRIMENTS, VENUS DE L'ALBUMINE, PARAISSENT IDENTIQUES, MALGRÉ LA DIFFÉRENCE DES AGENTS DIGESTIFS AUXQUELS ILS DOIVENT NAISSANCE. — La dissolution de l'albumine ne pouvait être que le premier pas de nos investigations; seule, en effet, elle n'établit que des présomptions en faveur d'une digestion, car les alcalis et les acides concentrés peuvent amener le même résultat.

Le liquide pancréatique opère-t-il une vraie digestion de l'albumine? Celle-ci, en devenant un nutriment, prend-elle des caractères spéciaux? C'est ici la grave question.

Pour la résoudre, j'avais d'abord fait des tâtonnements. Le résultat qui m'avait frappé le plus vivement était que l'albumine dissoute par le liquide pancréatique dans le duodénum lui-même et chez l'animal vivant, enlève à la glycose la propriété de réduire le tartrate ferrico-potassique.

J'eusse pu croire que l'albumine avait été digérée par le suc gastrique (car la propriété dont nous venons de parler a été annoncée par Longet comme caractéristique de l'albumin-peptone, c'est-à-dire du produit de la digestion gastrique), si moi-même je n'avais fait la digestion dans le duodénum sans qu'il y eût dans celui-ci trace de suc gastrique, et si je

n'avais pas répété cette expérience avec l'infusion de pancréas, et, en conséquence, sans aucun contact de l'estomac.

Ce résultat remarquable, me montrant tout au moins que l'albumine n'avait pas été simplement dissoute, m'engagea à compléter la comparaison des propriétés de l'albumine digérée par le pancréas avec celles de l'albumine digérée par le suc gastrique, c'est-à-dire de l'albumin-peptone.

Cette étude fait le sujet de ce qui va suivre.

Une très grande difficulté se présente quand on veut poursuivre les caractères que l'albumine a acquis en se dissolvant dans le duodénum, cette substance s'y trouvant mêlée à beaucoup d'autres. En effet, on a vu que, dans nos expériences, le duodénum renfermait du suc intestinal, du suc pancréatique (chez le premier chien, peut-être de la bile, quoiqu'elle se dérobât à mes recherches), et de l'albumine dissoute et digérée.

Considérant, néanmoins, que la majeure partie du contenu de cet intestin est formée par le liquide pancréatique et l'albumine que celui-ci a dissoute, je pensai que je ne faisais rien d'inutile en examinant la question avec ces premiers matériaux.

On sait que, lorsqu'on prend l'albumine qui a été digérée dans l'estomac, on peut soumettre pendant quelques secondes le liquide à l'ébullition, afin que la partie coagulable se sépare; l'albuminose, étant filtrée, reste alors pure.

Pouvais-je employer avec le même avantage ce procédé pour isoler l'albumine digérée dans le duodénum et me mettre à même d'étudier cette albumine digérée avec autant de rigueur que l'albumin-peptone? Je ne le crus pas. Toutefois, en employant ce moyen, je m'assurai de nouveau que l'albumine avait été plus que dissoute. Dans l'état de disso-

lution simple, elle est coagulable en entier par la chaleur : or, ayant fait bouillir et filtrer 20 grammes d'un liquide de digestion duodénale où se trouvaient 0,80 centigrammes d'albumine digérée, le filtre ne retint que 2 centigrammes de matière solidifiée par le fait de la coagulation (1).

Ce chiffre, assurément fort éloigné de 80 centigrammes, montrait donc bien qu'après la digestion j'avais cessé d'avoir affaire à de l'albumine.

C'était, sans doute, quelque chose de savoir d'une manière positive que le blanc d'œuf digéré dans le suc pancréatique se dissout, se transforme, n'est plus coagulable par la chaleur et empêche le sucre de réduire le réactif cupro-potassique ; en un mot, qu'il présente des caractères absolument semblables à ceux de l'albumine digérée par l'action gastrique ; mais les autres propriétés de l'albumin-peptone se retrouvent-elles dans le produit de la digestion pancréatique ?

Si l'on veut remarquer que dans les expériences faites sur l'animal vivant, bien que le pancréas ne soit en aucune façon lésé (la meilleure preuve en est l'énergie digestive du liquide qu'il sécrète dans ces conditions), le duodénum, quant à lui, est gêné dans sa circulation par les ligatures qui ferment ses deux extrémités, et qu'un peu de sang est exsudé dans sa cavité ; il faut reconnaître que, bien que le canal cholédoque soit lié, il se mêle à la digestion duodénale des substances étrangères telles qu'il devient absolument impossible de compléter avec rigueur l'étude des autres caractères du produit qui résulte de l'action pancréatique.

La digestion faite hors du duodénum peut seule fournir le moyen de poursuivre cette étude, et encore faut-il rejeter les digestions artificielles avec l'infusion de pancréas ; pour

(1) Le filtre, par le fait de la coagulation, avait pu même retenir de la pancréatine (?).

éviter, en effet, le sang et les matériaux étrangers du duodénum, on rencontrerait ceux de la glande elle-même.

Autant il est facile d'étudier les détails chimiques de la digestion gastrique en employant la pepsine pure, autant il est facile, heureusement, d'isoler la pancréatine (?), d'opérer avec elle des digestions à l'étuve, et par conséquent de compléter notre étude.

Je constatai d'abord que l'alcool, en précipitant la pancréatine (?), ne lui enlève rien de son pouvoir dissolvant.

Je pris à cet effet deux pancréas de chien; tous deux furent mis en infusion dans l'eau, puis je divisai le liquide en deux portions.

De la première j'enlevai la pancréatine par l'alcool, je fis redissoudre le ferment dans une égale quantité d'eau distillée; 50 grammes d'albumine y ayant été mis en digestion artificielle, 42 grammes furent dissous.

La seconde portion de l'infusion, qui n'avait pas été touchée par l'alcool, reçut également 50 grammes d'albumine : la digestion artificielle en liquéfia 40 grammes; il en fut de même dans un grand nombre d'essais analogues.

J'étais donc sûr que, *pour avoir été isolée*, la pancréatine conservait toujours le pouvoir digestif qu'elle est appelée à exercer dans le duodénum.

Dès lors, par la digestion à l'étuve, à l'aide de la pancréatine pure, je me trouvai dans les conditions convenables pour étudier avec toute sûreté les caractères de la digestion que le pancréas fait subir à l'albumine de l'œuf.

En effet, dans ces nouvelles conditions expérimentales, je retrouvai les caractères de la matière digérée qui se montrent dans le duodénum même; l'albumine dissoute perd la propriété de se coaguler par la chaleur et acquiert celle d'em-

pêcher le sucre d'opérer la réduction cupro-potassique.

Je constatai, en outre, dans le produit de la digestion pancréatique, divers caractères ; je les place dans le tableau suivant, en regard (1) des réactions que présente l'albumine digérée par le suc gastrique.

RÉACTIFS (1).	ALBUMINE digérée par le suc gastrique.	ALBUMINE digérée par le suc pancréatique neutre.	ALBUMINE digérée par le suc pancréat. neutre, mais ensuite acidifiée.
Réaction.	Liqueur acide.	Liqueur neutre.	Liqueur acidifiée.
Potasse	Rien.	Rien.	Rien.
Acide acétique. .	Rien.	Rien.	Rien.
Acide nitrique(2).	Rien.	Rien.	Rien.
Acide picrique. .	Rien.	Rion.	Rien.
Sulfate d'alumine.	Rien.	Rien.	Rien.
Bichlorure de platine.	Rien.	Rien.	Rien.
Deutochlorure de mercure. . . .	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Acétate de plomb.	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Azotate d'argent..	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Réactif de Longet (3)	Rien.	Rien.	Rien.
Bile (4).	Trouble ou précipité soluble dans un excès de bile.	Rien.	Trouble ou précipité soluble dans un excès de bile.
Aspect avant la filtration. . . .	Laiteux.	Sirupeux.	Sirupeux.

(1) Tous les réactifs, excepté les deux derniers, sont des solutions au dixième.

(2) On sait que parfois, dans l'albumin-peptono, l'acide nitrique produit un léger trouble. Il en est parfois de même ici.

(3) On peut faire le réactif en mettant une goutte de solution de glycose au huitième dans 20 grammes de la solution d'aliment ou de peptone, et l'on ajoute 20 gouttes de liqueur cupro-potassique.

(4) Le trouble que produit la bile, et que nous examinerons ultérieurement avec beaucoup de soin, n'a lieu qu'à la condition d'une réaction acide du milieu ambiant.

Pour assurer la similitude de l'examen, on avait étudié les caractères de l'albumine digérée par le pancréas aussi bien

(1) Toutes les solutions ont été chauffées, filtrées, et contiennent 2 pour 100 d'albumine digérée.

dans un milieu alcalin que dans un milieu aussi acide que celui qui tient l'albuminose gastrique en dissolution : or la similitude du produit de la digestion de l'albumine d'œuf par l'estomac et par le pancréas parut néanmoins complète.

Une théorie admise assez généralement déclare que, dans le suc gastrique, l'acide gonfle l'aliment et que la pepsine le dissout.

Qu'il me soit permis de placer, à propos de ce tableau, une remarque tout incidente : C'est que l'aspect de la digestion pancréatique première est toujours celui d'un sirop tenant longtemps en suspension de fins et légers flocons d'albumine gonflée et non encore dissoute (ce gonflement a lieu dans la liqueur pancréatique alcaline) ; tandis que dans la liqueur de digestion gastrique qui est acide, loin qu'il y ait des flocons d'albumine *gonflée*, on y voit une poussière composée de particules lourdes, comme rétractées, qui tombent aussitôt au fond du vase. Cette observation, bien facile à vérifier, peut être faite pour la digestion de l'albumine et de tous les aliments ; le raisonnement *à priori* qui attribue *à l'acide* des liquides digestifs la propriété de gonfler l'aliment, n'est donc pas exact et est réfuté par le fait.

2° *Action du suc pancréatique sur l'albumin-peptone produite par l'estomac.* — L'ALBUMIN-PEPTONE EST UN PRODUIT DÉFINITIF QUI NE SUBIT PLUS L'INFLUENCE DIGESTIVE DU SUC PANCRÉATIQUE. — Rien n'est plus propre à convaincre de l'identité du produit de la digestion pancréatique avec l'albumin-peptone que de faire les expériences suivantes.

Après une digestion bonne et complète (1) d'albumine dans

(1) Il faut mettre dans l'estomac un excès (200 gram. par exemple) d'albumine cuite et

l'estomac d'un chien, on prend le liquide contenu dans l'organe, on le sépare en trois parties.

La première sert à déterminer les réactions chimiques de l'albumin-peptone ; la deuxième est mise avec une quantité déterminée de liquide pancréatique (1), ou plutôt de pancréatine pure, et l'on s'assure de la réaction ; enfin, la troisième est mélangée avec la même quantité de liquide pancréatique que la seconde, mais on l'acidifie (au même degré que le produit de la digestion gastrique) à l'aide d'une trace d'acide lactique.

Les trois portions étant ainsi préparées, on les met en digestion pendant six à douze heures à l'étuve.

Après avoir prolongé la digestion, une ébullition pendant quelques secondes permet d'éliminer du mélange la pancréatine coagulable qui s'y trouve.

Alors l'examen le plus attentif fait constater dans les deux dernières liqueurs toutes les propriétés qui se trouvaient dans la première, c'est-à-dire dans l'albumin-peptone. Celle-ci, évidemment, n'a acquis, après l'expérience, aucune propriété nouvelle sous l'influence du suc pancréatique.

3° *Action du liquide pancréatique sur le suc gastrique.* — L'action réciproque exercée par les deux ferments digestifs l'un sur l'autre est un point d'étude plein d'intérêt ; son importance est assez grande pour que nous voulions attendre, pour le soumettre au lecteur, que nous connais-

parfaitement lavée, si l'on veut laisser le moins possible de suc gastrique libre. Après la digestion, si une petite quantité de liquide gastrique ne peut pas digérer quelque parcelle de fibrine, on est certain qu'il n'y a plus de suc gastrique en liberté.

(1) Il y a parfois un très léger trouble blanc qui se produit au moment où l'on mélange ensemble la digestion gastrique et la pancréatine. On verra la cause de ce phénomène dans le chapitre qui traite de l'action réciproque du suc pancréatique sur le suc gastrique.

sions déjà la manière dont le suc pancréatique se comporte vis-à-vis de la fibrine. A la suite de cette nouvelle étude, nous aurons acquis, en effet, des connaissances très propres à éclairer ce sujet, dont l'importance nous paraît capitale tant au point de vue de la science qu'à celui de la pratique.

C. *Action de la bile sur les substances que l'estomac, après la digestion, verse dans l'intestin.*

LE MÉLANGE DE LA BILE AVEC LE CHYME PRÉCIPITE PARFOIS ; QUAND IL Y A EN PRÉCIPITÉ, C'EST UNE ERREUR DE CROIRE QU'IL EST FORMÉ PAR L'ALIMENT DIGÉRÉ... (1) ; — CAR IL EST FORMÉ PAR LA BILE... — AUSSI LA THÉORIE QUI ATTRIBUE POUR FONCTION A LA BILE D'ANÉANTIR CE QUE LA DIGESTION GASTRIQUE A FAIT EST-ELLE INSOUTENABLE.

On a professé dans une chaire de physiologie une théorie nouvelle : la bile précipiterait dans le duodénum ce que l'estomac a digéré. Cette théorie, fondée sur un fait inexactement envisagé, est absolument fausse.

1° *Action de la bile sur l'albumin-peptone.* — Je pris un chien pourvu depuis six mois d'une fistule gastrique; il avait une excellente santé, une puissance digestive normale, et, depuis plusieurs jours, on ne lui avait donné à manger que de la soupe, afin que rien ne séjournât dans l'estomac.

(1) Ainsi que le déclare M. Bernard (*Leçons de phys.*, t. II). Toutefois c'est à Werner (*Experientia circa modum quo chymus in chylum mutatur*, Tubingue, 1800) que la démonstration de l'existence du précipité est due ; c'est à lui que revient aussi cette théorie : « La bile précipite le chyle en flocons blancs. » Pendant un certain nombre d'années les controverses de la science se sont exercées sur ce sujet, et l'on reconnut bientôt que ce *chyle brut* est formé aux dépens de la substance de la bile précipitée par l'acidité du chyme. Si mon examen n'avait porté sur quelques points non encore envisagés et ne m'avait paru apporter quelques preuves nouvelles à l'appui de la nature biliaire et non chymeuse du précipité, j'aurais pu renvoyer aux ouvrages de Tiedemann et Gmelin, et surtout de Frerichs : *Untersuchungen über die Galle*, Francfort, 1847, et *Physiologische Chemie*, Brunswick, 1851.

Enfin, depuis dix-huit heures, il n'avait pris ni aliment ni boisson.

J'introduisis dans son estomac 50 grammes de blanc d'œuf dur, pilé, lavé à grande eau, c'est-à-dire absolument insoluble, et je fermai la fistule.

Après deux heures et demie, on prit 10 c. c. de liquide dans l'estomac, puis autant à la cinquième heure.

La première portion, laiteuse, notablement acide, peu riche en albuminose, car elle était très fluide et contenait des morceaux d'albumine encore presque intacts, donna par la bile un précipité membraniforme.

La deuxième, dans laquelle on ne trouvait plus que des fragments albumineux considérablement altérés par la digestion, c'est-à-dire mous, petits, arrondis par la dissolution de leurs angles, était visqueuse, très chargée d'albuminose, presque neutre (1), et ne put me donner aucun précipité par la bile.

Je répétai l'essai dans des conditions variées ; j'obtins le même résultat.

Les deux expériences paraissaient être faites dans des conditions de digestion identiques, car dans les deux cas j'avais pris 2 c. c. de liquide filtré, et j'avais versé deux gouttes de bile fluide légèrement alcaline provenant d'un chien sacrifié quelques heures auparavant.

Un seul point différait cependant : la liqueur du premier essai, la moins chargée d'albuminose, était plus acide ; or c'était elle qui précipitait par la bile.

Je pensai, pour faire disparaître dans la solution toute

(1) Pendant la digestion de l'albumine, il est commun de voir le suc gastrique diminuer progressivement d'acidité.

trace d'acide, à saturer avec précision cette réaction par quelques gouttes d'ammoniaque ; la bile alors ne produisait plus même de nuage, et tout restait parfaitement limpide.

La bile qui me servait étant légèrement alcaline, j'imaginai de l'employer elle-même pour saturer l'acidité des solutions.

Je repris une égale quantité de tous les liquides digestifs acides que j'avais précédemment expérimentés ; j'y versai quelques gouttes de bile, le précipité habituel se forma. Mais aussitôt que je versai un excès de bile, je constatai de la manière la plus claire que le nuage disparut, le mélange étant devenu légèrement alcalin ; il arriva même souvent, dans d'autres essais, que le précipité disparut avant la saturation complète de l'acide.

J'avais fait précédemment, dans tout autre but que celui qui m'occupe, des expériences dans lesquelles j'avais recueilli et desséché de l'albumin-peptone provenant de digestions naturelles avec le suc gastrique, et dont la réaction acide s'était conservée. Je répétai l'expérience précédente avec elle ; la bile y fit naître un précipité ; je pris une autre albuminose obtenue par la pepsine même et acide : pareil phénomène se produisit.

Il résultait de ces expériences que, s'il est vrai que la bile précipite l'albumin-peptone, elle ne peut toutefois le faire que dans un milieu acide.

Ce qui fait le sujet du chapitre suivant va confirmer ces résultats et éclairer d'un jour nouveau la question.

2° *Action de la bile sur le suc gastrique naturel.* — J'avais eu soin, avant de donner son repas d'albumine à l'animal qui servit à l'expérience précédente, de retirer de son estomac quelques grammes du liquide que la vue seule des aliments y avait fait produire. Ce fluide était acide absolument

pur, n'ayant subi aucun contact étranger ; j'en fis deux parts.

L'une qui me servit à reconnaître que c'était du suc gastrique : une digestion artificielle me montra, en effet, qu'il avait la puissance digestive normale, car à l'étuve 6 grammes de ce liquide digérèrent parfaitement 2 grammes de fibrine humide.

L'autre portion reçut de la bile fraîche ; aussitôt un trouble se produisit, trouble en tout analogue à celui que j'avais obtenu avec le liquide acide, qui contenait l'albumine digérée dans l'estomac de l'animal.

Ce fait me frappa vivement, car l'albumin-peptone n'était plus nullement en jeu (puisqu'il s'agit du suc gastrique pur), et cependant le phénomène qu'on attribue exclusivement à l'aliment digéré se présentait encore.

Cependant l'auteur de la théorie que nous examinons, après avoir affirmé de la manière la plus explicite que c'est l'*aliment digéré seul* qui est la cause du phénomène, insiste plus encore : « Le précipité n'a pas lieu dans le suc gastrique ; donc la sécrétion a été excitée chez l'animal *à jeun*, » dit-il page 422.

J'ai répété si souvent l'expérience contradictoire, j'ai eu des résultats si constants, que mon affirmation reste toutefois inébranlable : le suc gastrique obtenu même chez un animal tué après trente-six heures d'abstinence, je dis plus, après trente-six heures d'absence absolue d'aliments ou de boisson dans l'estomac, ce suc gastrique pur, acide, énergique, mélangé à la bile, précipite en l'absence de tout aliment digéré.

Je ne puis m'expliquer l'affirmation contraire qu'en supposant, ou bien que le liquide recueilli à jeun n'était pas du suc gastrique ou était neutre, ou bien qu'on a pris une espèce de bile pour essayer le suc gastrique ayant digéré, et pour essayer ce suc gastrique obtenu dans l'état de jeûne une autre bile.

On recueille parfois, en effet, aussitôt après avoir sacrifié les chiens, de la bile absolument impuissante à précipiter par le suc gastrique; mais ce qu'il est aussi facile à constater, c'est qu'elle ne précipite pas non plus en présence de l'aliment digéré; son impuissance est absolue, à moins qu'on n'ajoute spécialement avec l'aliment un acide énergique, tel que le chlorhydrique; mais alors a-t-on le même résultat si l'acide est ajouté au suc gastrique obtenu à jeun?

J'étais si certain de la précipitation sans le concours de l'aliment digéré, que je supposais que l'auteur avait dû se trouver dans les mêmes conditions d'expérimentation que moi, et avait dû voir que, en l'absence de toute digestion d'aliment, l'estomac étant vide de peptone, il y avait un précipité.

Je cherchai dans son ouvrage, et je trouvai page 420 : « En ingérant de l'éther ou de l'alcool dans l'estomac des chiens à jeun, j'ai vu se former une sécrétion acide abondante dans laquelle on pouvait constater tous les caractères de l'albuminose, » quoique les animaux n'eussent pas mangé. Et plus haut : « Il faudrait savoir si quelques-uns des caractères qu'on attribue à la matière digérée ne viennent pas de la sécrétion gastrique. » Enfin, page 423 : « Ceci semblerait indiquer que la bile précipite la pepsine. »

Voici donc trois passages tendant à faire confondre la pepsine avec l'albuminose, dont l'un fait pressentir, l'autre suppose, le troisième fait entendre, en vertu de cette confusion, que la bile précipite le suc gastrique ; passages en désaccord formel avec la première assertion si affirmative : « Ce précipité n'a pas lieu dans le suc gastrique dont la sécrétion est excitée chez l'animal à jeun ! »

Mais les contradictions absolues de l'auteur sont fréquentes, relativement aux sujets que nous étudions dans ce mémoire.

Ici on admet (1) que le suc gastrique a une action bien générale, puisqu'il digère en même temps l'albumine et lo sucre de canne (2); là on déclare, au contraire, que « la digestion stomacale n'est qu'un acte préparatoire (3). »

Dans un endroit on dit : « Les phénomènes chimiques de la digestion sont effectués par les liquides intestinaux (4). » Puis : « ... en sorte que l'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur toutes les substances alimentaires serait de leur faire éprouver l'action que produit l'ébullition prolongée (5). » Tandis que, quelques pages auparavant, on écrit : « J'ai vu chez des animaux tués en digestion le suc gastrique détruire l'estomac, la moitié du foie, la rate, quelquefois même une partie des intestins (6). » Comme si une pareille destruction eût pu être produite par l'ébullition et sans l'intervention des forces chimiques.

De trois substances examinées (albumine, sucre de canne, gélatine absolument pure), une seule, dit-on dans un ouvrage, n'est pas digérée par le suc gastrique, et est rejetée par les urines : « c'est la gélatine (7), » alors que dans un autre on élève toute une théorie qui porte que la gélatine est le produit de la digestion gastrique (8).

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XVIII, p. 783.

(2) Toutefois je n'ai, quant à moi, jamais pu constater la transformation en quantité notable du sucre de canne en glycose par le suc gastrique. Lehmann a échoué de même.

(3) *Leçons de physiologie*, etc., t. II, p. 432.

(4) *Loc. cit.*, p. 490.

(5) *Loc. cit.*, p. 418.

(6) *Loc. cit.*, p. 408.

(7) *Comptes rendus*, t. XVIII.

(8) *Loc. cit.* « En prenant les aliments dans l'estomac..., nous avons un liquide qui contient une matière analogue à la gélatine. » (P. 428.) — « Le suc gastrique a pour effet de dissoudre dans les aliments azotés les matières animales capables de donner de la gélatine. » (P. 418)

A l'époque à laquelle les acides dilués passaient pour exercer toute la digestion gas-

Affirmant que le suc gastrique ne dissout absolument (1) que les substances capables de donner de la gélatine, on déclare cependant, quelques pages plus loin, que « le suc gastrique a une action particulière sur le lait coagulé, l'albumine cuite qu'il redissout (2), » c'est-à-dire sur des substances dites non gélatigènes.

Mais revenons à la bile.

Nous avons reconnu précédemment que le précipité formé au contact de la bile et du chyme n'était point formé par les aliments digérés ou peptones, puisqu'il se forme en leur absence absolue. Nous savons de plus qu'il a lieu en présence

trique, on aurait pu dire, avec quelque apparence de raison, que le suc gastrique a pour fonction de dissoudre le tissu cellulaire et de donner de la gélatine. Liebig écrit, en effet, que « le tissu cellulaire se dissout dans les acides minéraux dilués... et se transforme en gélatine. » (*Chimie organique*, t. III, p. 275, traduction de Gerhardt.)

Nous reviendrons plus loin sur l'erreur que M. Bernard paraît renouveler en en changeant les termes.

(1) Cette opinion est exprimée de bien des façons, comme on peut le voir par les citations suivantes : « Ce n'est que le tissu cellulaire qui a été dissous. » (P. 402.) — « Le séjour dans l'estomac, au contact du suc gastrique, agit à la façon de la cuisson, en dissolvant les parties susceptibles de donner de la gélatine. » (P. 455.) — « Le suc gastrique peut, jusqu'à un certain point, être remplacé par les préparations que la *cuisson* fait subir aux aliments. » (P. 447.) — « L'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur les aliments serait de leur faire éprouver l'action que produit *l'ébullition prolongée.* » (P. 418.)

Dans ces assertions, produites en 1855, il est remarquable que l'auteur ne dise point un mot d'un ouvrage laborieusement fait en 1854, où l'on trouve : « Par la *cuisson prolongée* dans l'eau, l'albumine *avait acquis* les propriétés que l'acte digestif lui eût données, fait capital qui mérite la plus sérieuse attention. » (P. 17.) — « La *cuisson prolongée* de la fibrine donne naissance à une substance soluble dans l'eau, qui, absorbée, est utilisée par l'économie, employée à l'entretien de la vie, directement et sans digestion préalable. » (P. 38.) — « Elle diffère de l'*albuminose*..., elle diffère de la *gélatine*... » (P. 39.) (L. Corvisart, *Aliments et nutriments*, 1854.)

Je fais cette citation, non pour revendiquer la théorie de l'auteur, ni l'assimilation du produit de la cuisson prolongée, soit avec l'albuminose, soit avec la gélatine, car ce sont toutes choses que je repousse.

(2) *Loc. cit.*, p. 402.

de la bile et du suc gastrique pur obtenu à jeun. Il fallait rechercher si, dans le suc gastrique à jeun, le précipité que j'y ai observé est dû à son acide ou à sa pepsine; je procédai par exclusion.

Quant à la pepsine digestive, physiologique, je cherchai à l'éliminer par la chaleur de l'ébullition. On sait que cette opération détruit la pepsine dans les sucs gastriques naturels ou artificiels, et que dès lors cette substance cesse de se révéler comme ferment digestif. Or je fis bouillir et filtrer ces deux sortes de liquides gastriques; ils se comportèrent, par rapport à la bile, exactement comme si le ferment digestif eût été conservé.

Mais je résolus d'examiner la réaction biliaire tout en n'altérant pas la pepsine; pour cela j'employai le même moyen qui m'avait servi pour étudier l'action de la bile sur l'albuminose.

Je pris du suc gastrique de chien parfaitement pur, obtenu l'estomac étant préalablement vide et l'animal à jeun soit depuis vingt-quatre, soit depuis trente-six heures; je divisai chacun de ces sucs en trois portions : l'une acide, l'autre simplement neutralisée, la troisième rendue alcaline par de l'ammoniaque.

Je pris aussi des solutions de pepsine : l'une acide, l'autre neutre, la troisième alcalinisée.

Ces solutions, naturelles ou artificielles, quelles qu'elles fussent, présentaient, comme on le voit, la pepsine à l'état liquide non coagulée.

J'essayai donc avec soin sur elles la réaction de la bile, le résultat fut on ne peut plus précis.

Dans aucune des liqueurs neutres et alcalines il ne se forma de précipité; au contraire, toutes les liqueurs acides

furent troublées. Enfin, dès que la saturation de l'acide fut opérée avec la bile, le précipité formé fut dissous.

Si tant est que la bile précipite la peptone dans les liquides de digestion, ou que ce soit la pepsine qui est précipitée dans les liquides gastriques vierges, il faut donc bien admettre, toutefois, que l'albuminose et la pepsine ne peuvent être précipitées que dans un milieu acide.

Bien qu'à mes yeux tout tendît à prouver que la peptone et la pepsine ne prennent aucune part dans le précipité qui a lieu en présence de la bile, pour avoir une démonstration définitive il fallait expérimenter en ne conservant aucune de ces substances qu'on rencontre dans la digestion, si ce n'est la bile : c'est ce que je fis.

10 grammes d'eau distillée reçurent 10 gouttes d'acide lactique ; j'y versai 2 gouttes de bile : il y eut un précipité.

10 grammes d'eau distillée reçurent 3 gouttes seulement d'acide chlorhydrique ; j'y versai 2 gouttes de bile ; il y eut un précipité.

Dans ces expériences décisives, non-seulement l'apparence du précipité était en tout semblable à ceux que j'avais obtenus dans les liquides de la digestion gastrique ; mais encore avec cette eau pure, et seulement acidulée, je pus répéter toutes les réactions que j'avais observées plus haut. C'est ainsi que le précipité formé disparaissait ou ne se formait point quand on saturait l'acide par l'ammoniaque, ou quand on versait un excès de bile.

L'opinion d'après laquelle l'aliment digéré est précipité par la bile, et la digestion gastrique, en conséquence anéantie, est donc une pure fiction ; fiction bien grande, puisque, au contraire, c'est la bile elle-même qui est précipitée lors de sa rencontre avec le chyme ou le suc gastrique acide.

3° *Action de la bile sur l'albumine qui a résisté à la digestion gastrique.* — Sous l'influence de la bile, je n'ai observé aucun changement dans l'albumine solide (dépouillée de peptone par le lavage) qui a résisté à l'action gastrique ; elle conserve son insolubilité dans l'eau.

2° ALBUMINE DU SANG.

Nous consommons continuellement, soit dans le sang en nature, soit dans tous les tissus organisés que celui-ci baigne et qui servent à l'alimentation (tissu cellulaire, parenchymes, glandes, chair musculaire, etc.), une grande quantité d'albumine.

Or, des différences, bien que minimes, ayant été décrites entre l'albumine de l'œuf et celle du sang, nous devons consacrer un chapitre spécial à l'étude de la digestion de cette dernière.

Notre examen a porté sur de l'albumine préparée de la manière suivante : 15 litres de sang de veau battus et privés de fibrine furent dépouillés par la décantation, après un repos de vingt-quatre heures, de la majeure partie des globules. Le sérum fut coagulé par une température de + 100 degrés centigrades au bain-marie. L'albumine solide fut brisée en parcelles et privée, à l'aide de lavages successifs dans 60 litres d'eau froide, de toute matière soluble.

On sait que le blanc d'œuf coagulé et lavé retient une grande proportion d'eau de composition, car elle s'élève à 85^{gr},90 pour 100, c'est-à-dire que 100 grammes de blanc d'œuf ne représentent que 14^{gr},10 d'albumine desséchée.

Il était d'une grande importance que nous connussions de combien 100 grammes d'albumine du sang se réduisaient par

la dessiccation, afin de pouvoir, dans le cours de notre examen, évaluer en quelle quantité réelle se dissout l'albumine du sang dans les digestions : nous trouvâmes que 100 grammes de cette substance se réduisent, par la perte de son eau de composition, à $13^{gr},50$ d'albumine sèche.

Cette connaissance acquise, nous pûmes commencer nos expériences de digestion.

Afin d'arriver à des résultats comparables, nous eûmes soin de faire nos essais d'une manière exactement semblable (pour le temps, la proportion d'albumine et de sucs digestifs, etc.) à celle qui avait été mise en usage pour établir les résultats que nous avions trouvés relativement à l'albumine de l'œuf.

A. *Action du suc gastrique.*

On se rappelle que le blanc d'œuf ne se dissout que pour un tiers dans le suc gastrique; or, après une pareille digestion, 30 grammes d'albumine du sang valant $4^{gr},05$ de matière solide laissèrent sur le filtre $3^{gr},20$ d'albumine à l'état de siccité, c'est-à-dire qu'un cinquième de l'albumine avait été liquéfié.

Nous répétâmes cette expérience plusieurs fois, et nous vîmes que le suc gastrique dissout un peu moins d'albumine du sang que d'albumine d'œuf.

B. *Action du suc pancréatique.*

Quand on employa du liquide pancréatique neutre, le résidu sec qui, après la digestion, resta sur le filtre fut de $1^{gr},50$, c'est-à-dire que $2^{gr},55$ d'albumine sèche furent rendus solubles.

Avec le suc pancréatique alcalin, la matière digérée s'éleva à $2^{gr},70$ (1).

Le suc pancréatique neutre ou alcalin avait ainsi dissous plus de la moitié de l'albumine du sang.

La solution de l'albumine du sang après l'action du pancréas présenta les mêmes réactions chimiques que celle qui provenait de la digestion du blanc d'œuf.

Enfin, l'albumine du sang digérée par le liquide pancréatique neutre ou alcalin présenta exactement les mêmes caractères chimiques que si elle eût été transformée par le suc gastrique.

C. *Action de la bile.*

La bile, dans la solution digestive d'albumine du sang, ne fit pas autre chose que dans l'albumin-peptone d'œuf.

(1) Dans les expériences que je viens de relater à propos de l'action du fluide pancréatique sur l'albumine du sang, j'avais voulu en même temps me rendre bien compte des différences que le degré de neutralité ou d'alcalinité peut apporter relativement aux caractères chimiques du produit de la digestion. J'avais mis la même quantité (30 gr.) d'albumine du sang dans un volume d'eau équivalent à celui des liquides digestifs ; dans un cas l'eau était pure, dans un autre elle était acidifiée au degré du suc gastrique, et dans un troisième elle était alcalinisée au degré du suc pancréatique employé ; l'acidification avait été faite par l'acide lactique, l'alcalinisation par la potasse. Après douze heures de séjour à l'étuve, je constatai les résultats suivants : L'eau pure laissa 4 gr.,05 c. sur le filtre, c'est-à-dire que pas une trace d'albumine du sang n'avait été liquéfiée. L'eau alcaline ne laissa que 3 gr., 60 c. de matière évaluée sèche ; il y avait donc eu par le fait seul de l'alcali 0,45 c. d'albumine du sang dissous Je signale ce fait, parce qu'il n'arrive point avec l'albumine d'œuf. L'albumine du sang peut donc sans ferment digestif être liquifiée en certaine proportion dans une eau alcaline et peut, en cet état, être absorbée. Toutefois le produit dissous n'est pas analogue au produit digéré, car les acides, le bichlorure de platine le précipitent, ce qui le rapproche de la fausse albuminose ou albumine non coagulable qui existe normalement, mais en faible proportion, dans l'œuf et qui n'est point assimilable.

Fibrine.

Bien que le fait seul de la digestion de l'albumine de l'œuf et de celle du sang dans l'estomac parle assez haut (puisqu'il s'agit de substances dites *non gélatigènes*) contre la nouvelle doctrine de M. Bernard, d'après laquelle, « en résumé, le suc gastrique a pour effet de dissoudre dans les aliments azotés les matières animales capables de donner de la colle ou de la *gélatine* par leur dissolution (*loc. cit.*, p. 418), etc., » nous ne discuterons cette théorie que lorsque, par l'étude de la digestion de chaque aliment simple, nous aurons accumulé tout ce qui milite contre elle.

La fibrine, sous ce rapport, vient se ranger à côté de l'albumine ; d'ailleurs, l'étude de cette substance va nous présenter de l'intérêt, non-seulement par les particularités individuelles qu'elle nous offre, mais encore parce qu'elle nous fournit le moyen de juger des questions plus générales, une entre autres, que nous n'avons fait que toucher dans le chapitre précédent (p. 2).

Nous ne parlerons ici que de la fibrine du sang, réservant pour un chapitre spécial l'étude de la musculine qu'on a envisagée comme analogue, tantôt à la fibrine du sang, tantôt à l'albumine.

A. *Action du suc gastrique sur la fibrine ; résultat de cette action.*

LE SUC GASTRIQUE DISSOUT LA FIBRINE, LA TRANSFORME EN FIBRIN-PEPTONE ; 100 GRAMMES DE CE LIQUIDE DIGESTIF NORMAL DISSOLVENT ET TRANSFORMENT AU MOINS 40 GRAMMES DE FIBRINE ET PRODUISENT, DANS UNE DIGESTION EXPÉRIMENTALE, 10 GRAMMES DE FIBRIN-PEPTONE ÉVALUÉE SÈCHE.

J'ai démontré ailleurs (1), et je le rappelle ici : 1° que

(1) *Aliments et nutriments*, 1854.

100 grammes de suc gastrique normal du chien peuvent dissoudre 40 grammes environ de fibrine sèche; 2° que la fibrin-peptone pure a une grande analogie avec l'albumin-peptone; mais que, contrairement à ce que M. Mialhe admet, il n'y a pas identité; 3° que la fibrin-peptone se reconnaît facilement: à ce que le bichlorure de platine la précipite, fait auquel nos études actuelles vont apporter une nouvelle sanction (1), et à ce que, si la digestion n'est pas complète (ce qui arrivé s'il y a trop de fibrine relativement au suc gastrique, si ce dernier est trop étendu d'eau, si le temps de la digestion est trop peu prolongé, etc.), toute la fibrine peut se dissoudre sans que cependant la digestion soit entièrement accomplie. Dans ce cas, outre l'albumin-peptone incoagulable par la chaleur, on obtient une seconde substance, produit imparfait de digestion, coagulable à +100 th. c., l'albumine caséiforme (Mialhe).

La chaleur peut, comme on le voit, facilement enlever, en la coagulant, la fibrine qui n'a pas été transformée complétement, et isoler d'elle la fibrin-peptone à l'état pur, c'est-à-dire, la fibrine réellement digérée.

B. *Action du liquide pancréatique.*

1° *Action du suc pancréatique sur la fibrine digérée par le suc gastrique.* — LE SUC PANCRÉATIQUE VERSÉ DANS LE DUODÉNUM PENDANT UNE DIGESTION EXPÉRIMENTALE, OU BIEN L'INFUSION D'UN PANCRÉAS ENTIER, DISSOLVENT ENVIRON 50 GRAMMES DE FIBRINE.

Un chien griffon pesant 12 kilogrammes reçut dans le duodénum, lavé et parfaitement pur de suc gastrique, 40 grammes de fibrine naturelle représentant 10 grammes

(1) On va voir aussi que, par cette réaction, nous distinguerons l'albumine de la fibrine digérée par le suc pancréatique.

de fibrine sèche, les deux extrémités de l'organe et le canal cholédoque avaient été liés ; l'animal avait mangé quelques minutes avant l'opération, et l'estomac contenait les aliments.

Douze heures après, je tuai l'animal ; son pancréas était sain, son duodénum renfermait, défalcation faite de l'eau apportée par la fibrine, 110 grammes de liquide pancréatique, d'aspect sirupeux, absolument neutre, dans lequel la presque totalité de la fibrine avait été dissoute ; le filtre, en effet, ne retint que 1gr,50 de résidu sec.

Un autre chien de même poids fut opéré dans les mêmes conditions, mais il reçut 75 grammes de fibrine humide représentant plus de 18 grammes de cet aliment simple à l'état sec.

Je trouvai douze heures après, dans son duodénum, 150 grammes de fluide pancréatique ; ce liquide ne laissa sur le filtre qu'un résidu sec de 2gr,10 de substance sèche non digérée.

Enfin, d'autres expériences me montrèrent que la quantité moyenne de fibrine dissoute par une digestion duodénale est, dans ces circonstances, de 50 à 60 grammes.

L'enseignement que la digestion dans l'intestin de l'animal vivant peut donner étant acquis, je cherchai à compléter l'examen en soustrayant complétement l'aliment au liquide intestinal de manière à connaître l'action tout à fait isolée du liquide pancréatique sur la fibrine.

11 pancréas des chiens mêmes qui servirent aux expériences de ce mémoire ayant été infusés dans une quantité variable d'eau, mais ne dépassant jamais 50 grammes, et les liqueurs d'infusion (1) ayant été mises avec de la fibrine

(1) Quelques-unes des infusions furent précipitées par l'alcool, le précipité fut repris par l'eau, et avec lui la digestion de la fibrine se fit également bien.

à l'étuve, pendant six heures ; je trouvai, avec une presque constante uniformité, qu'elles avaient opéré la dissolution de près de 50 grammes de fibrine ; ces résultats, constatés par deux sortes d'expériences, étaient conformes à ceux que j'avais observés avec l'albumine de l'œuf.

Une différence doit cependant attirer l'attention, car si, dans nos expériences, un pancréas de mouton digérait autant d'albumine qu'un pancréas de chien, je constatai que l'infusion d'un pancréas de ce carnivore peut digérer 50 grammes de fibrine, alors que celle de la même glande d'un mouton en digère à peine 20 grammes.

La digestion pancréatique de l'herbivore accuse donc une faiblesse digestive relative sur les aliments fibrineux.

LA FIBRINE DISSOUTE DANS LE LIQUIDE PANCRÉATIQUE EST TRANSFORMÉE ; LE PRODUIT DE LA TRANSFORMATION A UNE GRANDE ANALOGIE AVEC LA FIBRIN-PEPTONE QUI PREND NAISSANCE PENDANT LA DIGESTION GASTRIQUE.

Dans une expérience, ayant introduit dans l'intestin une quantité de fibrine équivalente à 10 grammes à l'état sec, tué l'animal à la douzième heure, je recueillis le contenu du duodénum : il s'élevait à 110^{cc} ; en faisant bouillir la liqueur pour en séparer la pancréatine, en même temps que la fibrine non entièrement digérée et encore coagulable, je vis que 8^{gr},50 au moins de la fibrine avaient été dissous et transformés, car je ne recueillis sur le filtre que 1^{gr},50 de matière sèche non digérée.

Mais, de plus, une grande partie de la fibrine avait été absorbée aussitôt après avoir été transformée par le suc pancréatique, si bien que, lorsque je voulus recueillir dans la liqueur les 8^{gr},50 qui y avaient été dissous, je ne les y retrouvai plus : la dessiccation n'y accusa que 2 gr. de matière solide.

La suite de mes expériences, en effet, me montra que, à

partir de la cinquième heure, plus tôt on vient arrêter l'absorption en tuant l'animal, plus on trouve encore de fibrine dissoute et transformée dans la liqueur pancréatique.

Mais ce qu'il importe le plus de savoir, c'est que les caractères de la fibrine digérée dans le duodénum y sont les mêmes, bien que la quantité puisse varier. En effet, prend-on le réactif Longet (sucre et liquide cupro-potassique), on voit qu'en masquant la réaction glycosique, la substance nouvelle révèle le cachet des substances digérées, qui manque absolument à la fibrine seulement dissoute (1).

Tel est avec la dissolution un premier caractère de la digestion pancréatique qui se manifeste *dans le duodénum*, malgré la présence de la pancréatine coagulable et des traces de sang exsudé après la vivisection.

Ce caractère persiste d'ailleurs lorsque la coagulation a

(1) M. Bernard reconnaît, comme l'a découvert M. Longet, que les matières albumineïdes digérées entravent la réduction cupro-potassique ; mais il ajoute qu'il n'y a pas là de propriété caractéristique des matières digérées, car « la gélatine possède ce caractère à un haut degré quand on a soin d'en mettre une quantité suffisante. » Cette manière de juger n'est pas très rigoureuse ; dirait-on que l'eau jouit à un haut degré de masquer la réaction glycosique, parce qu'étant mise en très grande quantité relativement au sucre, celui-ci n'exerce plus son pouvoir réducteur? La question est celle-ci : *Toutes conditions égales d'ailleurs*, l'albumine, la fibrine, etc., *digérées*, masquent-elles la réaction cupro-potassique autrement que ces matières albuminoïdes seulement dissoutes ? La question ainsi posée est facile à résoudre, car si l'on prend quatre solutions concentrées au même degré (soit à 4 0/0) : la première, de gélatine pure; la deuxième, d'albumine d'œuf ; la troisième, d'albumin-peptone ; la quatrième, de fibrin-peptone pure, et qu'à chacune d'elles on ajoute tour à tour une trace de glycose et de liquide cupro-potassique, les premiers bouillons réduiront tout le cuivre dans les deux premières... Les *solutions de peptone*, c'est-à-dire, les deux dernières, *resteront limpides et violettes*, à moins que toutes les liqueurs ne contiennent également trop de sucre, et *même dans ce cas* l'aspect des solutions digestives sera fort différent de celui des autres, lesquelles fourniront un précipité cuivrique rouge, grenu, tombant au fond du tube, tandis que les peptones présenteront des flocons et presque point de précipité.

dépouillé la substance digérée de la majeure partie de ces matériaux étrangers.

On le retrouve également quand, à l'aide de la pancréatine, on transforme la fibrine par une digestion artificielle à l'étuve.

La fibrine digérée par la pancréatine, soit dans le duodénum, au sein de l'organisme vivant, soit à l'étuve, présente, en outre, sous l'influence de la chaleur, une analogie nouvelle avec l'albuminose produite par la digestion gastrique.

On se rappelle, en effet, que, si l'on met de la fibrine en digestion dans l'estomac ou à l'étuve dans du suc gastrique, mais que la quantité de l'aliment soit trop grande, ce dernier, bien qu'il soit déjà dissous, n'est pas complétement transformé en fibrin-peptone. Aussi, lorsqu'on fait bouillir un tel mélange digestif qui est acide, il se forme un coagulum ou plutôt un réseau gris élastique, caractéristique de la fibrine incomplétement digérée.

Or même chose se montre si la fibrine, quoique dissoute, n'a pas été complétement digérée par la pancréatine ou le suc pancréatique alcalin, et l'ébullition fait paraître le même réseau caractéristique d'une digestion incomplète de fibrine.

N'est-ce point un sujet digne d'attirer au plus haut degré l'attention que les phénomènes communs aux digestions gastrique et pancréatique ; l'une et l'autre digèrent l'albumine ; l'une et l'autre la transforment en albuminose ; l'une et l'autre dissolvent la fibrine, mais peuvent n'en faire qu'une digestion imparfaite et donner naissance à cette albumine caséiforme que M. Mialhe a révélée dans la digestion gastrique, et que je signale dans la digestion pancréatique ; enfin le produit de l'une et l'autre digestion jouit de cette propriété si remarquable découverte par Longet, celle de masquer, sans le détruire, le sucre mis en présence de la réaction cupro-potassique.

Toutefois, dans l'étude de ces analogies, arrêtons-nous où elles ne sont plus aussi complètes.

La fibrin-peptone n'est pas absolument semblable à la fibrine digérée par le suc pancréatique, comme le tableau suivant va le montrer.

Pour nous rapprocher le plus possible de l'état de pureté, nous avons fait la digestion de la fibrine à l'étuve, à l'aide de la pancréatine pure, séparée par l'alcool; nous avons évité ainsi la présence du sang et de tous matériaux étrangers versés dans le duodénum.

Toutes les solutions digestives dont les réactions sont indiquées plus bas renfermaient 2 pour 100 de fibrine digérée, évaluée sèche, et étaient parfaitement filtrées. La partie de la pancréatine coagulable par la chaleur, et le produit intermédiaire de la digestion, dont nous avons parlé ci-dessus, avaient été éliminés par quelques secondes d'ébullition.

RÉACTIFS.	DIGESTION gastrique de fibrine (fibrin-peptone acide).	DIGESTION pancréatiq. de fibrine acidifiée pour l'examen.	DIGESTION pancréatique alcaline de fibrine.
Réaction.	Acide.	Acide.	Alcaline.
Réactif Longet. .	Ne réduit pas.	Ne réduit pas.	Ne réduit pas.
Potasse	Rien.	Rien.	Rien.
Acide nitrique. .	Rien.	Trouble.	Trouble.
Sulfate d'alumine	Rien.	Trouble.	Trouble.
Bichlorure de platine	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Acétate de plomb	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Bichlorur. de mercure.	Précipité.	Précipité.	Précipité.
Acide picrique. .	Précipité.	Précipité.	Précipité.

Ce tableau montre que la fibrine digérée par le suc pancréatique diffère de la fibrin-peptone : en effet, le sulfate d'alumine et l'acide nitrique y font naître un trouble.

Je rappellerai que l'*albuminose* gastrique provenant spé-

cialement d'une albumine d'œuf coagulé au milieu de l'eau, et non dans sa coque, présente, par l'acide azotique un trouble semblable.

LA PANCRÉATINE OU LE SUC PANCRÉATIQUE JOUISSENT DE LA PROPRIÉTÉ REMARQUABLE D'OPÉRER LA DIGESTION DES CORPS ALBUMINOÏDES AUSSI BIEN LORSQU'ILS SONT ALCALINS QUE LORSQU'ILS SONT NEUTRES OU ACIDES ; EN SORTE QUE LA DIGESTION DES ALIMENTS EST ASSURÉE, QUEL QUE SOIT L'ÉTAT DANS LEQUEL L'ESTOMAC LES VERSE DANS LE DUODÉNUM.

Les physiologistes se sont peu accordés sur la réaction propre au duodénum, les uns la disant acide, les autres alcaline.

On a cru juger la question en reconnaissant l'état le plus souvent alcalin dans lequel est sécrété le suc pancréatique, mais la raison n'est pas suffisante. L'intestin, en effet, n'est point astreint à conserver au suc pancréatique une réaction alcaline, car avant d'avoir manifesté son action propre, ce dernier ferment digestif peut subir le contact du suc gastrique ou du chyme *très acides* (1); car ceux-ci sont versés dans le duodénum en même temps que la liqueur du pancréas y arrive.

J'ai bien nettement constaté, dans mes expériences, que lorsque je liais le pylore pour isoler les deux digestions, je trouvais, dans le duodénum la fibrine ou l'albumine dissoutes et transformées en peptone, alors que le milieu était *alcalin*, ou *neutre*, ou légèrement *acide*.

Il arriva que la réaction était souvent très acide quand le pylore n'avait point été lié et la digestion se trouvait encore très bien faite.

(1) On sait que les aliments eux-mêmes, soit par leur nature ou leur transformation, peuvent ajouter encore à l'acidité du suc gastrique.

Ces faits m'ayant frappé, j'examinai avec soin si, en prenant l'infusion de pancréas soit chez le chien, soit chez le mouton, l'acidification ou l'alcalinisation du ferment pancréatique apporterait une différence dans l'énergie ou les caractères de la digestion, or je puis dire que j'ai constamment observé que ces réactions n'influençaient en rien le résultat. En effet, le produit digéré, sa quantité, ses caractères chimiques restaient semblables ; le ferment conservait toute sa vertu, toute sa liberté d'action dans un milieu alcalin, acide, neutre.

Un phénomène aussi remarquable était bien propre à exciter la curiosité.

Puisque la pancréatine, me dis-je, *se conserve, agit dans un milieu acide*, elle se rapproche donc, sous ce rapport, bien intimement de la pepsine.

Si la pepsine, précipitée par l'acide plombique, se combine avec l'oxyde de plomb à l'état solide, sans perdre sa propriété digestive (car le ferment renaît avec sa puissance, dès qu'un acide, en prenant sa place dans le composé plombique, le met en liberté), quelle raison y a-t-il de supposer que la pancréatine se comporte autrement?

Je fis donc des infusions de pancréas (de chien, de mouton), j'y versai de l'acétate de plomb, et j'opérai exactement de même que si j'eusse eu affaire à une infusion de muqueuse gastrique et que je voulusse recueillir de la pepsine.

Mon essai, que je répétai maintes fois, fut toujours suivi d'un résultat semblable ; j'obtins par ce moyen le ferment pancréatique doué de toutes ses propriétés digestives, et si bien que, *alcalinisé*, il agissait comme il l'eût fait dans le duodénum. Je le neutralisai, la digestion marcha de même, les caractères physiques et chimiques du produit digéré furent sem-

blables ; je le laissai acide, rien absolument ne fut changé.

Dans tous les cas la digestion eut lieu avec la même promptitude, avec les mêmes caractères.

Les solutions alcalines, acides ou neutres du ferment pancréatique obtenu par l'alcool présentèrent les mêmes propriétés que s'il se fût agi de pancréatine extraite par le sel plombique.

Dans les chapitres qui précèdent, plus d'une ressemblance entre la pancréatine et la pepsine s'est montrée ; nous avons vu que le ferment pancréatique et le peptique opèrent dans la fibrine une transformation analogue, dans l'albumine une transformation identique; que tous deux exercent l'action digestive dans un milieu acide et de la même façon ; que tous deux peuvent, par l'alcool, être isolés des liquides sécrétés ou obtenus intacts par l'acétate de plomb ; ajoutons que tous deux perdent leur pouvoir digestif par la chaleur.

Dès lors on se demande pourquoi l'un d'eux présente *exclusivement* cette propriété, on ne peut plus remarquable, de rester indifférent à l'acidité ou à l'alcalinité du milieu qui l'environne, et de toujours continuer son action digestive ?

Si l'on veut bien réfléchir, on le conçoit vite, car le suc pancréatique agit dans des conditions étrangères au suc gastrique.

Dans l'estomac, un suc dix fois plus abondant que le fluide pancréatique est versé ; il est tellement aqueux qu'il imbibe, pénètre les aliments avec certitude ; d'ailleurs deux orifices fermés avec force emprisonnent dans l'estomac la substance alimentaire que des mouvements puissants mélangent intimement avec le suc gastrique, dont l'action est inévitable ; enfin un temps considérable est accordé pour la digestion dans ce viscère.

Le suc pancréatique, au contraire, a d'autres conditions à remplir.

Le duodénum, en effet, d'un calibre étroit, sans autre moyen d'arrêt que des flexuosités, présente rapidement l'aliment au liquide du pancréas, ne lui permet point de s'imbiber avec lenteur, ni de se pénétrer profondément de ce suc digestif par un brassage pareil à celui qu'opère l'estomac...; dès lors il fallait que, malgré sa viscosité et sa médiocre abondance, le ferment pancréatique eût aussitôt et inévitablement prise sur l'aliment, c'est du moins ainsi qu'il se comporte.

2° *Action du suc pancréatique sur la fibrine digérée par le suc gastrique, c'est-à-dire sur la fibrin-peptone.* LORSQUE LE SUC GASTRIQUE A COMPLÉTEMENT TRANSFORMÉ LA FIBRINE EN FIBRIN-PEPTONE, CELLE-CI EST UN PRODUIT DÉFINITIF QUI N'A PLUS A SUBIR D'INFLUENCE DIGESTIVE DE LA PART DU SUC PANCRÉATIQUE.

Ayant pris 100 grammes d'un fluide gastrique contenant 4 pour 100 de fibrin-peptone, je l'ai mélangé avec l'infusion aqueuse (50 gram.) d'un pancréas de chien. J'ai consacré la première moitié du mélange à en constater les caractères, à l'instant même, à une température de + 12° th. c., avant toute action digestive possible. L'autre moitié fut soigneusement maintenue à l'étuve, pendant un temps plus que suffisant (douze heures) pour qu'il pût se produire une digestion parfaite, c'est-à-dire une transformation de la fibrin-peptone, si le suc pancréatique avait quelque action digestive nouvelle à lui faire subir.

Dans ce dernier cas, celui de digestion nouvelle et plus parfaite, des caractères nouveaux devaient paraître et faire connaître qu'il y avait eu réellement, de la part de la liqueur du pancréas, une action chimique produite.

Je devais comparer, en conséquence, les caractères de la partie mise à l'étuve, c'est-à-dire après digestion, et ceux que j'avais trouvés, tout d'abord, au mélange non soumis à l'étuve et avant toute digestion (car il n'est pas de digestion *instantanée* des albuminoïdes).

Or, ces caractères furent en tout pareils; le liquide pancréatique n'avait point eu d'action transformatrice nouvelle sur la fibrin-peptone.

J'ai répété l'expérience avec la pancréatine d'autres infusions de pancréas de chien, retirées pures à l'aide de l'alcool; j'ai agi de même avec l'infusion pancréatique ou la pancréatine de mouton : je suis arrivé aux mêmes résultats.

Ces expériences simples montrent donc que le suc pancréatique, très propre à transformer l'aliment lorsque celui-ci a échappé à la digestion gastrique, n'a, au contraire, aucune action sur la peptone faite par l'estomac et que celle-ci est un produit définitif ; nous savons d'ailleurs qu'il est assimilable en cet état.

3° *Action du suc pancréatique sur le suc gastrique.*

QUOIQUE LE SUC PANCRÉATIQUE ET LE SUC GASTRIQUE REMPLISSENT LE MÊME BUT DANS LA DIGESTION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES, IL FAUT QU'ILS AGISSENT SÉPARÉMENT. A CETTE CONDITION, CHACUN REMPLIT SA FONCTION DANS SA PLÉNITUDE. S'ILS SE RENCONTRENT, A L'ÉTAT PUR, LOIN QUE LE PRODUIT DIGÉRÉ SOIT DOUBLÉ, IL PEUT SE RÉDUIRE A RIEN, CAR DANS CETTE CIRCONSTANCE NON PHYSIOLOGIQUE LES DEUX FERMENTS (PANCRÉATINE, PEPSINE) S'ENTRE-DÉTRUISENT.

Nous avons appris, par les études précédentes, 1° que le suc pancréatique accomplit la digestion des aliments qui ont échappé à l'action de l'estomac ; 2° qu'il respecte le produit de la digestion gastrique (peptone) et ne le change en rien.

Mais une autre substance peut se rencontrer avec le suc

pancréatique : c'est le suc gastrique lui-même, non encore altéré dans ses propriétés par le fait de la digestion, et qui, dans cet état de pureté, peut arriver dans le duodénum, soit seul, soit avec les aliments non digérés et la peptone.

Quelle est donc la manière réciproque dont le liquide pancréatique va se comporter en présence du suc gastrique?

Pour élucider cette question, j'ai pris du suc gastrique qui était fortement acide, et à la température ordinaire, je l'ai mélangé à du liquide pancréatique qui était alcalin, j'observai que le mélange qui en résulta fut encore acide et qu'en peu d'instants il se forma un trouble, puis un précipité floconneux blanchâtre.

Évidemment l'un des ferments digestifs avait une action sur l'autre; mais quel était celui dont l'activité subsistait?

Si l'on pense à ce qui arrive le plus souvent dans l'organisme, on verra que, lorsque du suc gastrique et du suc pancréatique se trouvent en présence, ils le sont en même temps avec des aliments qui ont échappé à la première digestion.

Je dus en conséquence faire mon premier examen dans de pareilles circonstances; mais, pour être maître des conditions analytiques d'étude, je fis l'expérience hors du duodénum.

Je pris 100 grammes du suc gastrique et autant du liquide pancréatique du chien, tous deux doués d'un pouvoir digestif énergique et exactement connu. Je les mis six heures à l'étuve avec de l'albumine cuite, la digestion eut lieu ; mais elle m'apprit une chose inattendue : les pouvoirs digestifs des deux ferments ne s'étaient point ajoutés.

Dans une expérience comparative, en effet, j'avais observé que séparément le suc gastrique avait produit 5 grammes d'albumin-peptone, et le liquide pancréatique 8 grammes, c'est-à-dire un total de 13 grammes d'aliment transformé.

Or, réunis, les deux ferments, mis dans les meilleures conditions pour que la digestion fût complète, n'en avaient produit, dans notre expérience, que 5gr,75.

Mais encore quel ferment avait agi pour amener ce résultat? Les caractères de la digestion pancréatique étant identiques à ceux de l'albuminose produite par le ferment stomacal, la qualité ou les caractères du produit digestif ne pouvaient point indiquer d'où était partie l'action digestive.

Le suc gastrique seul avait-il agi, et étant moins énergique que le fluide du pancréas, avait-il réduit ce dernier à l'inaction; ou bien, le fluide de l'estomac, en perdant ses propriétés, avait-il en même temps diminué l'activité du suc pancréatique? Enfin, chacun des deux ferments avait-il perdu une portion, bien qu'inégale, de sa puissance?

L'albumine ne me donnant pas un moyen commode de résoudre ces questions, j'eus recours à la fibrine.

J'expérimentai : 1° avec un suc gastrique dont 100 grammes étaient capables de digérer 33 grammes ou le tiers de son poids de fibrine humide; 2° avec un suc pancréatique capable de digérer 200 grammes, c'est-à-dire, deux fois son poids du même aliment.

Je m'assurai surtout, par des expériences concomitantes, que cette capacité digestive se conservait dans le liquide pancréatique, même quand on lui ajoutait six fois son volume d'eau, et quelle que fût sa réaction acide neutre ou alcaline.

Alors ayant préparé six digestions pareilles contenant 6 grammes de suc pancréatique et 12 grammes de fibrine, je versai dans chacune des liqueurs une proportion variable de suc gastrique mais qui jamais ne dépassa six fois le volume de celles-ci, et je mis les mélanges ainsi faits pendant dix heures à l'étuve, à + 40° th. c.

La 1re	contenait	1/6 de suc gastrique	(6 suc pancr.,	12 fib.,	1 suc gastr.)
La 2e	—	1/3	—	(6	—	12	—	2	—)
La 3e	—	ég. quant.	—	(6	—	12	—	6	—)
La 4e	—	3 fois plus.	—	(6	—	12	—	18	—)
La 5e	—	4 fois plus.	—	(6	—	12	—	24	—)
La 6e	—	6 fois plus.	—	(6	—	12	—	36	—)

Je fis ensuite l'examen des digestions.

Dans la première, qui contenait le moins de suc gastrique (1/6), le suc pancréatique conserva juste sa capacité digestive, il transforma 2 fois son poids de fibrine, soit 12 grammes.

Dans la dernière, qui contenait le plus de suc gastrique (6 fois), cette capacité normale non-seulement fut abaissée, mais elle fut presque détruite: en effet, loin que la même proportion de fibrine fût digérée, il s'en liquéfia à peine les deux tiers.

Ces expériences, bien qu'elles paraissent arides, doivent cependant, suivant nous, fixer l'attention à un haut degré, car leur conséquence est grave.

Si l'on songe, en effet, que le chien sécrète au plus 50 gr. de suc pancréatique en vingt-quatre heures (16 gram. en huit heures suivant l'estimation de Bidder et Schmidt), tandis que dans le même temps il y a 500 grammes de suc gastrique produit, c'est-à-dire dix fois plus, on se demande ce que deviendrait la digestion duodénale si tout le suc gastrique sécrété pendant une période digestive de l'estomac était subitement versé dans l'intestin?

Or, dans l'état pathologique, il suffit, pour que cela arrive, qu'avant la fin de la digestion gastrique l'estomac exerce une contraction prématurée capable de faire passer son contenu dans le duodénum, et qu'en ce même moment la bile, n'étant pas versée en quantité plus abondante que d'ordinaire, ne

puisse suffire à dépouiller le fluide gastrique de sa puissance. Dans un tel cas on voit que le suc pancréatique est mis alors dans l'impossibilité, si nos expériences sont vraies, de digérer ce qui a échappé à la digestion gastrique et que l'indigestion est assurée.

Mais revenons aux aliments mis en la présence simultanée des deux ferments.

Nous n'eussions atteint qu'à moitié de notre but, si, après avoir déterminé l'affaiblissement digestif du fluide pancréatique, nous n'avions cherché aussi à savoir ce que dans ce conflit le suc gastrique gagne ou perd lui-même en énergie.

L'expérience VIe, dans laquelle 6 grammes de liquide pancréatique se trouvaient en présence de 36 grammes de suc gastrique (et de 12 grammes de fibrine), n'avait point été faite sans but : en effet, dans une digestion artificielle normale, 36 grammes de suc gastrique sont justement capables de digérer complétement 12 grammes de fibrine ; or, par le fait du mélange avec la liqueur du pancréas, 5^gr.^75 seulement en furent dissous.

Le résultat est donc bien clair : le suc gastrique lui-même avait perdu une grande partie de son énergie.

Mais il ne pouvait l'avoir perdue en vertu de l'eau que le fluide pancréatique avait ajoutée ; car 6 gram. d'eau dans 36 gram. de suc gastrique n'altèrent pas sensiblement la force digestive de ce dernier sur la fibrine. Il ne pouvait pas non plus l'avoir perdue en vertu de l'alcalinité du suc pancréatique ; car celle-ci n'avait amoindri que d'une manière à peine sensible la grande acidité du suc fourni par l'estomac.

C'était donc par le fait du ferment pancréatique que l'énergie du suc gastrique avait faibli.

Dans les expériences que je viens de rapporter, les deux

ferments se trouvaient cependant dans les meilleures conditions pour opérer chacun une bonne digestion; trouvant en effet, l'un et l'autre, l'aliment avec eux, ils pouvaient le digérer avant que de s'entre-détruire; ou tout au moins l'action destructive, l'action digestive, pouvaient marcher *concurremment*.

Je fus curieux d'observer ce que deviendraient les deux ferments digestifs en retirant tout aliment à leur énergie, en les mettant tous deux seuls en présence, à la température du corps.

Je fis donc six mélanges pareils à ceux du tableau précédent (à l'exception qu'il n'y eut pas de fibrine), je les laissai six heures à l'étuve et à + 40° th. c..

Puis, et seulement alors, je mis, à la même température, 12 grammes de fibrine dans chacun d'eux, afin d'observer le résultat de la digestion qu'ils seraient capables d'opérer, et j'attendis douze heures.

Or, le quatrième (6 gr. panc., 18 gastr.), le cinquième (6 gr. panc., 24 gast.), et le sixième (6 gr. panc., 36 gast. présentèrent une digestion de beaucoup inférieure même à celle que le plus faible des ferments eût opérée s'il eût agi à l'état d'isolement et de liberté?

En outre, et c'est ce que je cherchais à savoir, cette digestion fut de beaucoup inférieure à celles qu'avaient fournie les essais précédents où la fibrine avait été mise au même moment où les ferments avaient été mélangés.

Ces nouvelles expériences montrent donc que, plus les ferments digestifs sont purs, plus ils sont longtemps en présence, à la température du corps, plus ils se détruisent avec énergie.

Tant que la quantité des deux fluides digestifs est égale,

le mélange transforme autant de fibrine que si le liquide du pancréas eût été seul ; l'aspect sirupeux, à flocons flottants, gonflés, de la digestion pancréatique prédomine.

Dès que la quantité de suc gastrique devient supérieure (de deux ou trois fois par exemple), aussitôt l'aspect de la digestion devient laiteux, à sédiment finement pulvérulent, gastrique, et, par cela même, la quantité de la fibrine digérée s'abaisse considérablement.

Dès que le suc gastrique prédomine de plus de cinq à six fois, la dissolution de la fibrine tend à s'annuler. Le fait est d'autant plus remarquable, que la quantité du suc gastrique compense juste alors sa faiblesse relative (puisque s'il est naturellement cinq à six fois moins énergique que le suc pancréatique, il est cinq à six fois plus abondant).

En un mot, à énergie égale, c'est-à-dire à quantité égale, non d'eau, mais de ferment réel, le suc gastrique détruit non-seulement l'activité du liquide pancréatique, mais par ce fait (qui consiste peut-être en une digestion de la substance albuminoïde constituant la partie essentielle du suc pancréatique), il use la sienne, et cela bien plus qu'il ne l'eût fait en exerçant cette activité sur la fibrine, c'est-à-dire, par la production de la peptone.

Il est donc une condition absolument nécessaire à l'accomplissement de l'une comme de l'autre digestion : c'est qu'elles soient séparées.

Séparés, en effet, les deux ferments se prêtent appui, l'aliment ne leur échappe ni à l'un ni à l'autre.

Il leur échappe, au contraire, à tous deux s'ils se réunissent (1).

(1) Si nous nous tournons du côté thérapeutique, ces résultats semblent de nature à

L'économie a paré à ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux digestions ; 2° l'acte de la digestion gastrique, qui, en faisant la peptone, détruit la pepsine ; 3° la bile, qui anéantit au passage la force digestive de cette dernière (2).

C'est ici, ce nous semble, le lieu de faire une remarque.

Si l'on envisage superficiellement, c'est-à-dire d'une manière absolue, le suc pancréatique, on lui attribue un énorme pouvoir digestif (100 grammes de ce fluide, en effet, digèrent 200 grammes de fibrine), et l'on est, à ce point de vue, tenté de le regarder comme bien plus important que le suc gastrique.

Mais si l'on examine la question d'une manière plus physiologique, on s'aperçoit vite de la méprise.

L'estomac fournit, en effet, au moins six fois plus (si ce n'est dix) de suc gastrique que le pancréas ne sécrète de son liquide spécial (3). Dès lors la quantité compense le défaut de concentration pour le suc gastrique, tout comme la rareté du

décourager, car on pourrait croire que la pancréatine ne pourra jamais entrer dans le domaine de la médecine pratique ; jusqu'à présent, en effet, j'ai administré la pancréatine sans obtenir aucun résultat, car celle-ci, arrivée dans l'estomac, s'y détruit, comme le font prévoir les expériences précédentes.

Toutefois il ne faut pas désespérer. Dès qu'un artifice permettra de préserver la pancréatine de toute action gastrique, *la fera arriver pure dans le duodénum*, la thérapeutique aura sans doute acquis une arme nouvelle et puissante, et le traitement physiologique des maladies fonctionnelles de la seconde digestion deviendra aussi simple que l'est celui des troubles digestifs de l'estomac par la pepsine.

Que de belles expériences, par exemple, n'y aurait-il pas à faire chez les animaux dont la digestion gastrique est très courte, chez le cheval, entre autres, car la nature ne sépare pas chez lui d'une manière absolue la première et la deuxième digestion.

(2) Ce fait a été démontré par Pappenheim. 1836.

(3) Plus le liquide pancréatique se rapproche du suc gastrique pour la quantité, moins il en diffère par son énergie et *vice versâ*.

liquide pancréatique est réparée par la concentration de son ferment.

On ne sera donc point surpris si nos expériences tendent à démontrer qu'une période de la digestion pancréatique peut fournir exactement la même quantité d'aliment digéré qu'une période de la digestion gastrique.

En sorte que la puissance relative du pancréas et de l'estomac dans la digestion des aliments azotés est à peu près semblable.

Si, pendant une période digestive complète, il y a à peu près autant de pepsine produite dans l'estomac que de pancréatine versée dans le duodénum, et que la quantité d'aliment digéré soit la même dans les deux cas, l'un des ferments n'a, en conséquence, pas de prééminence sur l'autre; leur action est, en somme, égale.

Nous savons ce qui les distingue.

C. *Action de la bile.*

Les expériences autorisent à répéter ici ce qui, contrairement à une doctrine nouvelle, a été développé à propos de la digestion de l'albumine dans le suc gastrique : 1° la bile ne forme pas un précipité plus fort dans le suc gastrique qui a digéré beaucoup de fibrine, que dans le suc gastrique, qui, n'ayant pas digéré, ne renferme point trace de fibrin-peptone; 2° le précipité persiste : *a*. Quand on anéantit la pepsine; *b*. Quand on remplace entièrement le suc gastrique et le chyme par de l'*eau acidulée*.

Toutefois on n'obtient même pas constamment un précipité par le mélange de la bile avec les liquides digestifs acides.

Si, par exemple, dans un mélange où le précipité s'est formé, on verse un peu trop de bile, le précipité se redissout; il ne se forme pas si on verse d'emblée un excès de bile.

Tissu cellulaire et gélatine.

Le tissu cellulaire, quoique de forme variée, est un aliment simple et d'une composition uniforme; il se résout, en effet, constamment en gélatine lorsqu'on le traite par une ébullition suffisamment prolongée dans l'eau.

Nous n'avons pas besoin de rappeler ici les différences qui séparent entre eux le tissu gélatigène et la gélatine; il suffit de reconnaître dans le tissu cellulaire un aliment naturel, dans la gélatine un aliment fabriqué ou tout au moins culinaire, pour que cette raison détermine le physiologiste à étudier la digestion gastro-intestinale de chacune de ces substances d'une manière toute distincte : c'est ce que nous allons faire.

Tissu cellulaire.

Ce tissu forme presque à lui seul certaines parties animales alimentaires : tels sont la peau, les aponévroses, les tendons. Uni au phosphate de chaux, il constitue les os; entourant certaines substances grasses, il forme les couches qui séparent entre eux les parenchymes et les muscles. D'un autre côté, le tissu cellulaire prend part, mais en faible proportion, à la composition de tous les organes et enveloppe leurs éléments les plus ténus : c'est ainsi que les acini glandu-

laires, les tubes nerveux, les fibres et fibrilles musculaires, sont accompagnés de gaînes celluleuses extrêmement minces, c'est-à-dire de substance gélatigène.

Disons en passant que cette diffusion générale du tissu cellulaire n'implique point une abondance réelle, car dans 100 grammes de l'aliment le plus commun, la viande de bœuf, Berzelius et Braconnot ont trouvé pour moyenne 77 grammes d'eau, 23 grammes de parties solides, dont seulement 1gr,90 de tissu gélatigène (1).

Il est donc clair que, pour connaître la *nature* et la *somme* des transformations que le tissu cellulaire est appelé à subir par la digestion, il faut éviter la méthode absolument vicieuse des physiologistes qui se sont contentés de prendre cet aliment dans son état d'immixtion avec toutes les substances hétérogènes (albumine, fibrine, musculine, créatine, etc., etc.) qui composent la viande pour le soumettre à l'étude. Aussi nous agirons différemment, et nous ne ferons porter nos expériences que sur du tissu cellulaire pur en même temps que naturel. Mais comment, sans manipulation chimique, isoler le tissu cellulaire dans les os, les parenchymes, les muscles, ou le séparer de la graisse dans les couches cellulo-adipeuses intermusculaires? C'est impossible.

D'un autre côté, enlever d'une pièce et en quantité suffisante ce tissu aux membranes séreuses, aux aponévroses, etc., est impraticable; mais les tendons, et surtout la peau, peuvent s'isoler facilement et fournir le tissu cellulaire en abondance et presque pur. Aussi ai-je choisi exclusivement, pour toutes mes expérimentations, le tissu cellulaire cutané de la

(1) Pelouze et Fremy, *Cours de chimie générale*, t. III, p. 820.

tête du veau (1), tel qu'il est présenté à l'alimentation au sortir des boucheries; on avait eu soin, pour rendre l'aliment plus perméable, de le hacher finement; de plus, il avait été plongé à plusieurs reprises (pendant douze heures en totalité) dans de l'eau froide, afin que toutes les matières naturellement solubles fussent enlevées et qu'on n'allât pas attribuer à une dissolution digestive l'effet de l'eau pure (2).

A. — *Action du suc gastrique sur le tissu cellulaire, résultat de cette action.*

100 GRAMMES DE SUC GASTRIQUE SONT CAPABLES DE DISSOUDRE 15 GRAMMES DE TISSU CELLULAIRE EN DIGESTION ARTIFICIELLE A L'ÉTUVE, ET 20 A 30 GRAMMES DANS L'ESTOMAC VIVANT. — C'est un fait déjà bien connu que la dissolution du tissu cellulaire s'opère avec facilité sous l'influence du suc gastrique. Spallanzani avait vu que les oiseaux de proie digèrent rapidement les tendons, les ligaments, et dissolvent même le cuir de bœuf. Plus tard, Burdach remarqua spécialement que « le tissu cellulaire de la viande est ce qui dissout d'abord, les fibres de celle-ci se séparent les unes des autres... » Mais ce serait une erreur de croire que dans la viande c'est le tissu cellulaire lui seul qui

(1) De cette façon, toutes ces expériences sont comparables entre elles, et chacun peut les répéter en se mettant tout à fait dans les mêmes conditions que moi.

(2) Disons encore que : 1° le tissu cellulaire confié à la digestion, 2° le résidu constitué par la partie de ce tissu échappée à l'action digestive, ont toujours été *évalués* à l'état sec. L'eau entre pour un tel poids dans la constitution de cet aliment, que ce dernier pourrait perdre dans l'estomac ou l'intestin 70 pour 100 de son poids primitif, par le fait de l'absorption de l'eau, sans qu'une seule parcelle solide ait été digérée. Nous avons dit ailleurs que ces précautions et une foule d'autres sont indispensables pour l'étude de tous les aliments sans exception; si nous y revenons, c'est que leur utilité n'est égalée que par la négligence dans laquelle on les tient en France.

se dissout par l'influence gastrique (1). Toutefois examinons expérimentalement les diverses questions qu'on peut se poser au sujet de l'aliment qui nous occupe.

En quelle quantité approximative, par exemple, le tissu cellulaire est digestible dans le suc gastrique?

J'ai fait à ce sujet deux sortes d'expériences.

1° Dans les unes, le tissu cellulaire et le suc gastrique normal de chien étaient placés en digestion artificielle pendant douze heures à l'étuve (à + 40° therm. centigr.); dans ce cas, lorsque pour 100 grammes de suc gastrique j'avais mis 15 grammes de tissu cellulaire cutané humide (valant 4gr,50 à l'état sec), il y avait désorganisation et dissolution complètes de l'aliment.

On remarquera que cette quantité de tissu cellulaire correspond environ à celle qui est contenue dans 1/2 livre de viande.

Au contraire, si je mettais plus de 15 grammes de tissu cellulaire pour la même quantité de suc gastrique, la digestion n'était plus générale, il semblait que la proportion physiologique fût dépassée.

D'autres expériences corroborèrent le résultat précédemment obtenu; celles-ci furent faites sur des chiens vivants.

Un chien vigoureux, pesant environ 20 kilogrammes, reçut dans l'estomac 65 grammes de tissu cellulaire humide (valant 18 grammes à l'état sec); douze heures après, la digestion fut examinée.

L'estomac étant ouvert, tout ce qui se trouvait dans l'organe (aucune partie solide n'avait pu en sortir à cause des ligatures) fut jeté sur un filtre afin de séparer la partie qui

(1) *Leçons de physiologie* citées.

n'avait pas été dissoute. Elle s'éleva, à l'état sec, à 7gr,40 seulement. Celle qui avait été digérée complétement fut reconnue équivaloir à 10gr,60.

Ainsi, sur 18 grammes de tissu gélatigène, presque 11 grammes avaient été dissous par l'estomac.

D'autres essais, faits dans les mêmes conditions, donnèrent à peu près les mêmes résultats.

Bien que la nature et les phénomènes de la digestion du tissu cellulaire soient exactement les mêmes, lorsque cet aliment est mis à l'étuve avec le suc gastrique naturel, la quantité de substance dissoute est néanmoins toujours inférieure.

Nous aurons ailleurs à discuter la part que la température constamment égale, les mouvements incessants de l'estomac, etc., prennent dans la supériorité bien constatée de la digestion dans l'estomac même.

Dans les expériences que nous venons de rapporter, on a reconnu que si certaine proportion relative de l'aliment avec le suc gastrique avait été respectée, non-seulement le tissu cellulaire se trouvait dissous, mais réellement digéré; il avait subi, en effet, une transformation dans ses propriétés, et avait acquis le caractère des peptones.

Plus d'une circonstance partant, soit du tissu cellulaire employé, soit de l'animal mis en expérience, peut néanmoins faire varier le résultat.

C'est ainsi que la texture spongieuse ou serrée du tissu cellulaire exerce une influence. Plus, en effet, le tissu cellulaire est lâche, mieux il est attaqué par la digestion; plus, au contraire, il est serré, moins bien il subit les opérations gastro-intestinales; et cela par une raison simple, c'est qu'en ce dernier état il est réellement beaucoup moins perméable

au suc digestif. De sorte que le tissu cellulaire interstitiel des muscles et des parenchymes est bien plus facile à digérer que la peau, et surtout que les aponévroses et les tendons; un morceau de ces derniers tissus pris en entier est également plus difficile à digérer que s'il est préalablement divisé.

D'un autre côté, l'observation montre que lorsque l'animal a souffert, la production de suc gastrique est moindre, la qualité de celui-ci mauvaise; d'où il suit que le produit de la digestion est moins abondant et moins parfait que dans l'état de santé. Il n'y a pas jusqu'à une souffrance morale qui n'exerce une influence fâcheuse : ainsi tel animal qu'on maîtrise par les menaces ou les coups, tel autre qui arrive au laboratoire inquiet ou soucieux de sa captivité, est, par ce fait, un sujet infidèle pour les expériences physiologiques.

Mais ces derniers animaux ne sont pas inutiles, car ils son propres à convaincre que les mêmes causes exercent également la même influence sur le suc gastrique et du chien et de l'homme. C'est un grand avantage de pouvoir, par la vivisection, chez l'animal, apprécier *de visu* les altérations des sucs digestifs, qui se trouvent au contraire toujours cachées à nos investigations directes chez les dyspeptiques.

Nous avons dit plus haut que le tissu cellulaire complétement digéré a subi une transformation; il faut en apporter les preuves. Si cette transformation a été niée (1), c'est grâce à quelques ambiguïtés, mais des expériences très simples peuvent éclairer cette question.

Les précautions suivantes sont nécessaires à prendre :

Il faut éviter de mettre dans l'estomac un excès de tissu

(1) *Leçons de physiologie* citées, 1856.

cellulaire, car la digestion se trouverait nécessairement imparfaite, et dès lors les caractères de la gélatin-peptone seraient altérés par le mélange de cette peptone avec d'autres matériaux incomplétement digérés, quoique dissous, tels que la gélatine, etc.

En expérimentant sur des chiens de 15 à 20 kilogrammes, il est sage de ne pas introduire dans l'estomac plus de 20 à 40 grammes de tissu cellulaire non desséché, quantité correspondante à celle qui est contenue dans plus d'une livre de viande.

Il faut sans hésitation, lorsque après l'expérience on sacrifie l'animal, tenir celle-ci comme non avenue, si l'estomac renferme un liquide muqueux ou mousseux, neutre ou peu acide, et si la quantité de suc gastrique versé dans le ventricule se trouve inférieure à 100 centimètres cubes; car, dans ce cas, on a la certitude que, soit par le fait de l'animal, soit par celui des circonstances de l'expérimentation, la sécrétion du suc gastrique a été entravée ou altérée, et dès lors il est impossible d'accorder aucune confiance au résultat de la digestion.

J'ajouterai encore que, pour analyser sainement les phénomènes de la transformation du tissu cellulaire, il est sage de ne faire sur un animal qu'une seule expérience, soit dans l'estomac, soit dans le duodénum (1).

(1) Le procédé opératoire qu'on a suivi pour éviter toute blessure à l'estomac, tout trouble dans sa sécrétion, est le suivant : Le pylore est reconnu en promenant le doigt dans la région pylorique (avec quelque habitude, on arrive à reconnaître très facilement l'anneau du pylore à son relief extérieur) ; l'anse toute voisine du duodénum est attirée hors de la plaie abdominale, mais dans une faible longueur ; on passe une sonde cannelée sous cette anse, afin que celle-ci ne puisse rentrer dans l'abdomen. Une ouverture de 1 centimètre est faite au duodénum tout près du pylore. La douille émoussée d'un entonnoir y est introduite et dirigée à travers l'anneau pylorique dans l'estomac. Dès lors,

LE TISSU CELLULAIRE GÉLATIGÈNE NE SE DISSOUT PAS SEULEMENT DANS LE SUC GASTRIQUE, IL S'Y TRANSFORME EN GÉLATIN-PEPTONE. — Si l'on prend un chien du poids de 15 à 20 kilogrammes, à jeun depuis quinze à vingt heures, qu'on introduise directement, suivant le procédé convenable, 20 grammes de tissu cellulaire dans son estomac, et qu'on examine la digestion douze heures après, on observe que le tissu a été entièrement désorganisé; si, à la température de + 40 degrés centigr., on passe tout le contenu de l'estomac, on reconnaît qu'il y a eu plus que désorganisation, mais dissolution presque complète de l'aliment, car il reste fort peu de chose sur le filtre.

Enfin, on voit que la matière dissoute qui a filtré se distingue tout de suite de la gélatine en ce qu'elle ne se prend point en gelée quand, de + 40 degrés centigr., on la laisse refroidir en repos à + 10 degrés centigr.

Il n'y a pas à formuler cette objection spécieuse : que si l'on ne trouve pas dans la liqueur gastrique les caractères de l'aliment, c'est qu'il n'y est plus et a déjà été *absorbé* en totalité sans avoir subi aucune autre modification que la dissolution.

En effet, quel que soit l'aliment, albumine, tissu cellu-

par la voie de l'entonnoir, on refoule l'aliment dans le ventricule sans avoir à redouter à chaque pression aucune violence contre la muqueuse gastrique. L'aliment introduit, un fil passé sur la sonde cannelée embrasse le duodénum, étreint ce dernier (juste au-dessous du pylore) aussitôt que l'entonnoir est enlevé, puis une seconde ligature est faite au-dessous de la plaie du duodénum ; celle-ci est essuyée, puis on fait une suture aux parois abdominales.

Dans mes vivisections, grâce à ces précautions et à quelque rapidité de manœuvre, la sécrétion de l'estomac produisait habituellement de 150 à 250 cent. cubes de suc gastrique énergique. Si je n'ai pas employé le procédé plus inoffensif de la sonde œsophagienne, c'est que, pour introduire des aliments qui doivent être solides, il m'a paru, après plusieurs essais, impraticable.

laire, etc., dont la digestion était expérimentée, on a toujours eu soin de dessécher des échantillons de la liqueur contenue dans l'estomac et filtrée; or, on a constaté que le poids des matières solides régulièrement existantes dans le suc gastrique pur s'était, dans ces expériences de digestions, constamment accru de la quantité souvent considérable (5 grammes pour 100 au minimum) de l'aliment transformé en peptone et non encore absorbé.

Si, au lieu de faire l'expérience dans l'estomac vivant, on la répète dans un bocal mis à l'étuve, en ayant soin de ne pas mettre plus de 10 grammes de tissu cellulaire pour 100 grammes de suc gastrique, parce que la digestion à l'étuve est toujours plus difficile que dans l'estomac, on obtient le même résultat. Le produit digéré ne précipite pas le bichlorure de platine et ne se prend pas en gelée par le refroidissement.

Toujours on peut formuler la proposition suivante :

Le tissu cellulaire, lorsqu'il a subi une élaboration digestive complète, est transformé en une substance dont les caractères se rapprochent tout à fait de ceux du genre albuminose ou peptone, qui ne précipite, en effet, ni par la chaleur, ni par les acides, ni par les alcalis, et masque puissamment le sucre à la réaction cupro-potassique. Cette substance est fidèlement dénommée gélatin-peptone, parce qu'elle est la peptone provenant de tissu gélatigène ou cellulaire.

Nous verrons d'ailleurs plus loin que la gélatine elle-même devient gélatin-peptone après avoir subi l'action digestive de l'estomac, tant il est vrai qu'on a eu bien tort de chercher à faire envisager la gélatine comme le produit régulier et définitif de la digestion gastrique (1).

(1) Autrefois Hewson, Fourcroy, Parmentier et Deyeux, avaient aussi confondu l'osmazôme avec la gélatine.

Mais l'expérience suivante, qui a servi à étayer cette dernière opinion, est loin d'être rigoureuse et convaincante :

« En prenant les matières animales contenues dans l'estomac d'un chien en digestion, de la viande crue ou de la viande cuite, les humectant avec de l'eau et jetant le tout sur un filtre, on recueille un liquide clair, transparent, se prenant en gelée par le refroidissement... (1). »

Or, comment l'auteur ne s'occupe-t-il pas de savoir :

1° Si, lorsqu'il a pris dans l'estomac les matières provenant de la viande crue, la digestion était terminée.... ou seulement en train..., dernier cas où la gélatine ne serait l'expression que d'une digestion imparfaite?

2° Si, lorsqu'il a pris dans l'estomac les matières provenant de la viande cuite, ce n'était pas cette viande même qui avait apporté la gélatine qu'elle contient naturellement?

Pour prouver que l'estomac produit de la gélatine, n'était-il pas prudent de n'en point introduire de toute faite?

Ce qu'il eût fallu démontrer, c'est non pas qu'on peut rencontrer de la gélatine dans l'estomac, la chose est évidente; mais que cette gélatine n'avait pas été apportée toute faite par l'aliment, et que si elle avait fait son apparition dans l'estomac, c'était comme fruit stable et terminal d'une digestion gastrique parfaitement achevée.

Or, la gélatine s'est toujours montrée à nous comme produit de l'indigestion ou d'une digestion inachevée de la substance gélatigène. Voyons ce qui arrive quand on altère la constitution du suc gastrique.

Si l'une ou l'autre des parties du suc gastrique (pepsine, acide) est anéantie, aussitôt toute *transformation* digestive cesse.

(1) *Leçons de physiologie* citées, 1850, p. 417.

Qu'on prenne 10 grammes de tissu cellulaire, qu'on les mette à l'étuve dans 10 fois ce poids de suc gastrique *privé d'acide par une exacte saturation à l'aide de la chaux*, ils y demeurent intacts, sans trace de dissolution ; le suc gastrique, réduit à la pepsine neutre, est incapable d'action digestive ou même dissolvante.

Si, au lieu d'anéantir l'acide, on détruit préalablement toute action digestive de la part de la pepsine par l'ébullition (fait d'ailleurs connu depuis longtemps), et que ce suc gastrique altéré, *mais acide*, soit mis dans les mêmes proportions avec le tissu cellulaire (100 grammes pour 10 grammes), ce dernier se dissout, mais après douze heures on ne trouve que de la gélatine. Celle-ci est bien reconnaissable, car, même dans ce milieu acide, elle se prend spontanément en gelée par le refroidissement et précipite par le sel platinique.

La différence est grande si l'on fait la même digestion de tissu cellulaire (10 grammes) avec un suc gastrique (100 grammes) *reconnu* (1) *normal*, c'est-à-dire inaltéré et complet. Après un séjour de douze heures à l'étuve, l'aliment est au contraire dissous sans qu'il y ait apparence de gélatine ; la substance qui se forme ne se prend nullement en gelée par le refroidissement.

Prenez alors cette substance reconnue incapable de gélatinification, étendez-la d'eau, comme le veut l'auteur cité plus haut, ou bien saturez l'acidité de la liqueur par de l'ammoniaque, de la potasse, de la chaux, jamais la gélatine n'apparaîtra, car elle est absente, et elle est absente parce que la digestion a été complète ; la gélatine a disparu, elle a fait place à l'un de ses dérivés, la gélatin-peptone. Nous

(1) A l'aide d'une digestion artificielle sur de la fibrine.

aurons à compléter cette réfutation au moment où nous parlerons de la digestion de la gélatine elle-même. Nous verrons, en effet, cette substance, non pas *masquée*, comme on le soutient, par l'acidité gastrique, mais *modifiée* définitivement.

En effet, la digestion enlève aussi d'une manière complète à la gélatine deux de ses propriétés caractéristiques.

On remarquera que la disparition de quelques-unes des propriétés des aliments par la digestion est commune à tous ceux-ci, et forme le caractère propre de l'action digestive. C'est ainsi, par exemple, que l'albumine régulièrement digérée par le suc gastrique perd, d'une manière définitive, la propriété de précipiter par l'acide nitrique, la chaleur, etc.

B. — *Action de la bile.*

La bile se comporte vis-à-vis du tissu cellulaire digéré (gélatin-peptone) comme vis-à-vis des autres albuminoses.

C. — *Action du suc pancréatique.*

Au sortir de l'estomac, le tissu cellulaire peut être encore intact ou avoir été complétement digéré sous la forme de peptone. Nous avons donc à étudier dans le duodénum l'action du suc pancréatique dans les deux cas. Il peut aussi arriver que le tissu cellulaire reçu dans l'estomac y ait été déjà dissous, mais non digéré, et qu'il soit encore à l'état de gélatine lors de son passage dans l'intestin ; plus loin nous étudierons la digestion de cette gélatine.

1° *Action du suc pancréatique sur le tissu cellulaire non digéré par le suc gastrique.*

Est-il vrai que le tissu cellulaire soit absolument insoluble dans le suc pancréatique, ou, au contraire, y est-il digestible?

Voici quelques expériences parmi celles que nous avons faites pour résoudre cette question. Une quantité de tissu cellulaire égale à 60 grammes à l'état humide (16gr,50 à l'état sec) fut confiée à la digestion duodénale chez un chien vivant. Après douze heures on examina la digestion.

Toutes les matières solides contenues dans le duodénum, et qui, séchées, devaient, si la digestion n'avait pas eu lieu, représenter au moins les 16gr,50 introduits, furent prises, filtrées, séchées, puis mises sur la balance; mais elles ne pesaient plus que 10gr,60.

Pendant cette digestion expérimentale, 6 grammes de tissu cellulaire avaient donc été dissous dans l'intestin, ce qui correspond environ au tissu cellulaire de 300 grammes de viande.

Une série d'expériences donnèrent des résultats analogues.

On peut constater que lorsque la ligature du canal cholédoque avait empêché la bile d'exercer aucune influence, les résultats avaient été semblables; de telle sorte qu'on ne saurait attribuer la digestion à l'action de la bile. Il fut facile d'établir que le suc pancréatique seul, et sans aucun mélange du fluide propre au duodénum, est le principal agent de la digestion.

En effet, ayant pratiqué hors de l'intestin, dans des bocaux mis à l'étuve, un certain nombre de digestions avec du liquide pancréatique ou de la pancréatine pure de tout contact avec le duodénum, le tissu cellulaire continua à être digéré dans une certaine proportion.

Ces dernières expériences nous conduisirent à évaluer que LA PANCRÉATINE EXTRAITE D'UN PANCRÉAS OU L'INFUSION D'UN PANCRÉAS ENTIER DE CHIEN PEUVENT DISSOUDRE 2 A 3 GRAMMES DE TISSU CELLULAIRE ÉVALUÉ SEC.

On remarquera que, dans toutes les expériences, le tissu cellulaire fut dissous et digéré dans l'intestin ou à l'étuve par le suc pancréatique sans avoir subi de préparation de la part de l'estomac ni aucune autre. Si l'on se reporte également aux expériences dans lesquelles la musculine, la caséine, la fibrine, etc., mises à l'état cru dans le duodénum, y furent digérées en abondance, on reconnaîtra que, loin qu'une préparation des aliments analogue à celle de l'estomac soit la condition *sine quâ non* de leur digestion par le suc pancréatique, ce dernier est, au contraire, placé pour agir et digérer quand l'estomac manque précisément de remplir sa fonction habituelle.

J'ai constaté, dans les expériences faites dans le duodénum, que ce n'est point à la faveur d'une acidité que le tissu cellulaire se dissout, car la digestion eut lieu également bien que le liquide duodénal fût alcalin ou neutre. J'ai pu obtenir par les expériences de digestion artificielle une démonstration plus convaincante, car j'observai des résultats sensiblement pareils, bien que j'eusse donné une réaction alcaline ou neutre à la solution pancréatique.

Le suc pancréatique peut digérer *par lui seul* tous les aliments azotés. Je ne comprends pas comment on a pu faire du mélange de tous les fluides digestifs une sorte d'agent nouveau, mystérieux. Cette manière de voir ne repose d'ailleurs sur aucun fait.

Lorsque la digestion est régulièrement opérée dans le duodénum à l'aide du suc pancréatique naturellement sécrété, ou lorsqu'elle est faite à l'étuve à l'aide de la pancréatine, ce n'est pas en gélatine que le tissu cellulaire est transformé.

En effet, le liquide, quelle que soit sa réaction, ne se prend nullement en gelée par le refroidissement.

Il faut donc admettre, ou que, si le tissu cellulaire a passé d'abord par l'état de gélatine, cette dernière a bien vite été modifiée, ou bien que le tissu cellulaire, sous l'influence du suc pancréatique, a formé directement une substance nouvelle.

Nous renvoyons, pour l'examen de cette substance, à l'endroit où nous étudierons la digestion pancréatique de la gélatine.

2° *Action du suc pancréatique sur la gélatin-peptone, ou tissu cellulaire digéré par le suc gastrique.*

C'est aussi à propos de la gélatine que nous nous arrêterons sur cette action, car la peptone qui vient de la gélatine est en tout semblable à celle qui vient du tissu cellulaire digéré.

Pour résumer toute cette étude, disons que :

Considérée dans leur nature, c'est-à-dire dans l'acception la plus importante et la plus élevée, la digestion gastrique et la digestion pancréatique du tissu cellulaire sont identiques; toutefois l'intestin (vu l'énergie de la digestion gastrique sur le tissu qui, dans la viande, enveloppe la musculine) n'est que rarement appelé à exercer son action, action toute prête néanmoins à suppléer dans une certaine proportion à celle de l'estomac, quand celle-ci vient à faire défaut.

Connaissant les phénomènes de la digestion du tissu cellulaire, nous devons étudier maintenant un produit qui, dérivant directement de ce dernier, se rencontre fréquemment dans les préparations culinaires : je veux parler de la gélatine elle-même.

Gélatine.

Bien que la transformation digestive du tissu cellulaire dans l'estomac soit une chose très importante, il ne faudrait pas croire qu'une transformation incomplète, et même une simple dissolution de cet aliment dans le ventricule, soit purement inutile.

D'une part, si l'on considère que le tissu cellulaire forme une enveloppe serrée aux éléments les plus ténus de nos aliments journaliers, que ces enveloppes, quelque minces, quelque microscopiques qu'elles soient, sont autant d'obstacles à la perméabilité des aliments aux sucs digestifs; si l'on songe, d'autre part, à la disposition, au calibre restreint du duodénum, au court séjour du suc pancréatique dans cet organe, dès lors à la rapidité avec laquelle ce fluide doit agir; si l'on se rappelle, enfin, que la division des aliments est la meilleure des conditions pour amener leur rapide digestion, on concevra facilement que la nature ou notre industrie nous aient fourni de nombreux moyens de dissoudre le tissu cellulaire, et d'anéantir par cette dissolution cet obstacle présent partout.

C'est ainsi que, confié à un suc gastrique vicié (sans pepsine et seulement acide), ou, ce qui est encore bien plus simple, traité à froid par les acides, ou à chaud seulement par l'eau pure, le tissu cellulaire passe facilement à l'état de dissolution et de gélatine.

Comme l'albumine, comme la caséine solubles, la gélatine est un aliment brut; mais tandis que l'albumine, la caséine, sont des aliments naturels, la gélatine, au contraire, est presque toujours un produit artificiel (1).

(1) Bischoff a signalé que la gélatine est le seul aliment qui donne de l'urée sans

Aussi, que de variétés dans cet aliment, lorsqu'il est le résultat d'une simple préparation culinaire, et plus encore lorsqu'il est fabriqué par l'industrie à l'aide d'agents chimiques violents, au moyen de substances animales altérées.

Peut-on appeler de ce nom d'aliment, et expérimenter comme tel des rognures de peaux, de cornes, de sabots, conservées dans la chaux, traitées par l'eau bouillante, puis clarifiées par l'alun, et qu'on nomme colle-forte? Doit-on même faire porter l'exploration physiologique sur la gélatine ou l'osséine extraite des os par des acides énergiques?

A-t-on certainement affaire, dans ces cas, à une substance alimentaire? N'est-ce pas plutôt une préparation chimique, quelque pure qu'elle soit?

Comment étudier scientifiquement les changements de propriétés que, sous l'influence de la digestion, subit la gélatine, alors qu'on trouve sous un même nom des substances tellement variables, que si l'on prend les six espèces de gélatine fournies par le commerce, on trouve à chacune une réaction, un pouvoir gélatinifiant, des caractères chimiques différents (1)?

Quels empêchements encore ne trouve-t-on pas pour l'étude, alors que la gélatine, même pure, est tellement alté-

avoir servi à constituer quelque partie intégrante de l'économie. (*De l'urée considérée comme mesure des transformations moléculaires*, etc., *Archives générales de médecine*, septembre 1854.)

(1) Chacune de ces gélatines est différente : l'une forme un coagulum avec les sels de plomb, l'autre n'en fait rien; celle-ci précipite en masse par les sels de platine, celle-là reste insensible au réactif; telle reste inaltérée par les sels d'alumine, telle autre forme avec eux un abondant précipité. Enfin, dans 100 grammes d'eau, il faudra 8 grammes de l'une, 6 grammes de l'autre, 4 grammes d'une troisième, pour qu'il se forme une gelée par le refroidissement.

C'est un dédale qui donne prise à toutes les ambiguïtés.

rable, qu'elle peut fournir par la simple ébullition dans l'eau de l'acide lactique (probablement en passant par l'état de sucre ou glycocolle), etc., et varier à chaque heure dans son pouvoir gélatinifiant.

De toutes ces observations, il résulte que si l'on veut faire sur la digestion des expériences comparables et exactes, il faut employer une espèce unique de gélatine douée d'un pouvoir gélatinifiant et de caractères fixes.

Or, aucune des précautions qu'il faut prendre pour atteindre ce but ne paraît avoir été observée, quand on s'est occupé de la digestion de ce produit. En conséquence, on me saura peut-être gré d'exposer les règles que j'ai suivies.

1° J'ai repoussé les variétés de gélatine du commerce qui, bien qu'étant estimées pour certains usages domestiques, sont absolument impures et *acides au tournesol.*

Je ne me suis servi que de l'espèce appelée ichthyocolle, formée uniquement par l'action de l'eau bouillante sur le tissu cellulaire qui compose presque à lui seul la membrane interne de la vessie aérienne de certains poissons.

C'est la gélatine chimiquement la plus pure, ou mieux la seule pure.

2° Comme cette gélatine est hygrométrique, lorsque je l'expérimentais à l'état solide, j'appréciais toujours *peu de temps avant l'expérience* son poids réel par la dessiccation, car sans cela, après la vivisection, je me serais assurément trompé sur la quantité de gélatine digérée.

Comme on peut, par des opérations irrégulières, altérer son pouvoir gélatinifiant, dont il importe de connaître, avant et après la digestion, le degré précis, j'agissais de la manière suivante quand j'expérimentais sur cette substance à l'état de dissolution :

Je prenais 500 grammes d'ichthyocolle divisée en très petits morceaux que je mettais pendant une durée de quarante-huit heures dans 1000 grammes d'eau à la température ambiante (+ 12° centigr. environ); après ce temps la gélatine, déjà très gonflée, était malaxée, puis portée pendant dix minutes seulement à l'ébullition; elle était alors aussitôt filtrée sur un morceau de gaze. Je desséchais un échantillon de la liqueur (solidifiée par le refroidissement) pour savoir combien elle contenait en réalité de gélatine sèche. Mais toute la matière était jetée comme déjà altérée, si 3 grammes de cette gélatine réelle, en dissolution dans 100 grammes d'eau pure à + 100° centigrades, ne se prenaient pas en gelée lorsqu'on ramenait pendant six heures la liqueur à + 10° centigrades.

Cette gélatine dissoute (3 pour 100) présente toujours les caractères suivants qui peuvent servir de terme de comparaison avec ceux qu'on lui trouve après qu'elle a subi l'action digestive : elle se prend en gelée par le refroidissement, précipite par le bichlorure de platine (même acide), l'alcool anhydre, la noix de galle ; se trouble légèrement par le sulfate d'alumine, et ne précipite ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique, ni par la potasse, ni par l'acétate de plomb neutre.

Nous avons actuellement à nous demander si cette gélatine se dissout dans l'estomac comme dans l'eau pure; ou bien si, digérée, elle perd quelqu'une de ses propriétés fondamentales.

A. — *Action du suc gastrique, résultat de cette action.*

En quelle quantité la gélatine se dissout-elle dans le suc gastrique? A cette question, toutes nos expériences nous

permettent de répondre d'une manière très catégorique. A LA TEMPÉRATURE DU CORPS, LA GÉLATINE SE DISSOUT PRESQUE EN TOUTES PROPORTIONS DANS LE SUC GASTRIQUE.

Mais, nous le savons, dissolution n'est pas digestion. Quelle modification le suc gastrique fait-il subir à la gélatine? LE SUC GASTRIQUE DÉTRUIT DÉFINITIVEMENT DANS LA GÉLATINE LA PROPRIÉTÉ DE SE PRENDRE EN GELÉE PAR LE REFROIDISSEMENT ; LE PRODUIT DE CETTE DIGESTION EST UNE ALBUMINOSE OU PEPTONE.

Déjà Tiedemann et Gmelin avaient indiqué que la gélatine perd, par l'action du suc gastrique, la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement. Cet effet, d'ailleurs peu contesté, est contraire à une théorie nouvellement émise et que j'ai précédemment combattue.

Mais l'auteur a évité la difficulté en assurant que la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement n'était que masquée par l'influence digestive. Nous avons montré comment l'unique expérience sur laquelle on s'appuie laisse supposer que la gélatine a pu provenir de la viande cuite, laquelle en contient naturellement, ou d'une digestion incomplète, mais ne démontre nullement que la gélatine trouvée provenait d'une digestion complète et terminée du tissu cellulaire.

Complétons notre examen antérieur. Exposons : 1° l'idée ; 2° l'expérience de l'auteur.

1° La gélatine existe dans l'estomac après la digestion du tissu cellulaire; elle y existe... mais sa propriété caractéristique est masquée par l'acidité du suc gastrique; il suffit, en effet, de diminuer l'acidité de celui-ci par de l'eau pour la démasquer et la faire reparaître avec sa propriété caractéristique : celle de se prendre en gelée par le refroidissement.

2° Cette doctrine est fondée sur l'expérience suivante : On met de la viande crue ou cuite dans l'estomac d'un chien,

puis on recueille le liquide chymeux filtré ; on constate que ce dernier ne se prend pas en gelée. Alors on ajoute de l'eau, et..., dit-on, le liquide se prend en gelée par le refroidissement. « Cet effet a lieu parce qu'on diminue l'acidité » au moyen de l'eau (1).

Laissons l'idée pour l'examen du fait.

Cette expérience nous laisse un grand doute.

On ne comprend pas comment, dans un mélange liquide d'acide et de gélatine en proportion telle que cette dernière ne se puisse prendre en gelée par le refroidissement, l'eau ait jamais pu rompre la proportion fâcheuse (2).

Toujours est-il que j'ai essayé mille fois de répéter cette expérience, sans jamais obtenir le résultat énoncé.

Si j'ajoutais de l'eau, l'acide était bien étendu, dilué, mais la gélatine était étendue, diluée d'autant, et la proportion persistait invinciblement.

Entre autres expériences que j'ai faites, je communiquerai les suivantes :

Étant pris un chien vivant, du poids de 18 kilogram.; nous avons mis 15 grammes (évalués secs) de gélatine pure et solide dans son estomac, et douze heures après la digestion fut examinée.

Toute la gélatine s'était entièrement fondue dans 200 centimètres cubes de suc gastrique acide, secrété pendant l'expérience.

(1) Cl. Bernard, *Leçons de physiologie*, t. II, p. 417.

(2) Je ne puis croire qu'on ait pris dans l'estomac un liquide chaud, contenant de la gélatine spontanément coagulable, et par conséquent absolument indigérée, et qu'ayant ajouté (par mégarde) de l'eau froide, la coagulation ait eu lieu par le fait de l'abaissement de température sans que l'acidité y soit pour rien ; mais il est difficile de supposer l'existence de cette méprise.

Je constatai, sur un échantillon de cette liqueur digestive, qu'elle ne se prenait pas spontanément en gelée par le refroidissement.

Puis à d'autres échantillons encore chauds, j'ajoutai de l'eau à + 40° centigrades dans la proportion de $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, et je reconnus qu'ils restaient également réfractaires à la formation d'une gelée.

J'ai complété l'expérience, j'ai pris d'autres échantillons encore. L'un fut exactement saturé par la chaux, en sorte que la liqueur était absolument neutre... Celle-ci ne se prit pas en gelée par le refroidissement; un autre fut exactement saturé par de l'ammoniaque, un autre par de la potasse; dans aucun cas il n'y eut gélatinification (1).

Les mêmes expériences furent reprises en faisant les digestions à l'étuve avec du suc gastrique naturel, sans que le résultat fût changé.

Ce qu'il faut, donc, bien reconnaître, c'est que, si la gélatine ne se manifeste plus après la digestion dans le suc gastrique, c'est qu'elle n'y est plus, étant devenue gélatin-peptone.

En d'autres termes, la digestion gastrique détruit définitivement dans la gélatine la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement. Ce phénomène est du même ordre que celui par lequel la digestion gastrique enlève à l'albumine, en la faisant peptone, la propriété de précipiter par les acides, à la musculine celle de précipiter par le chlorure de sodium, etc.

(1) Le fait de l'addition de la chaux, de la potasse ou de l'ammoniaque, avait donné naissance à une certaine quantité de sels (lactates ou chlorhydrates). J'ai dû prévoir l'objection qu'on aurait pu faire en disant que ce n'était plus l'acide, mais désormais le sel, qui empêchait la formation de la gelée. Or, je me suis parfaitement assuré que la quantité présente de ces sels n'empêche en aucune façon la gélatine (quand elle existe) de se prendre en gelée.

La propriété de précipiter par le chlore en filaments tenaces est aussi perdue par la gélatine, suivant Tiedemann et Gmelin, après la digestion.

J'ajouterai que mes expériences m'ont permis de constater que la gélatine précipite abondamment par le bichlorure de platine avant la digestion et n'en fait plus rien après elle (même si l'on a soin de neutraliser exactement l'acidité du chyme).

Tels sont les caractères tranchés qui distinguent la gélatine (non digérée) et la gélatin-peptone.

Toutefois il est des conditions dans lesquelles les choses se comportent d'une manière absolument différente. Il suffit pour cela que la digestion soit imparfaite, à cause d'un excès d'aliment ou d'un affaiblissement trop grand du suc gastrique.

En effet, dès que la quantité de 10 grammes de gélatine (pour 100 grammes de suc gastrique) est dépassée, celle-ci peut n'être transformée qu'en partie, le reste est seulement dissous sous forme de gélatine, ce qui altère d'autant les caractères de la gélatin-peptone. Il en est de même quand la digestion n'a pas été assez prolongée, ou quand le suc gastrique se trouve altéré, après ou pendant la sécrétion. C'est ainsi qu'après une de ces digestions imparfaites on peut avoir un précipité par le bichlorure de platine, et même formation de gelée par le refroidissement, réactions dues à l'intervention de la gélatine.

On sait également que lorsqu'on opère la digestion de la fibrine, si l'on met, soit dans l'étuve, soit dans l'estomac vivant, une quantité trop grande de cette substance, ou bien si le suc gastrique est trop peu abondant, neutre, si le temps de la digestion a été trop court, au lieu de recueillir

de la véritable peptone ou albuminose, c'est-à-dire un produit parfait de digestion, il se mêle au chyle une substance moins élaborée, coagulable (à la manière de l'albumine) par la chaleur.

L'abondance de cette substance, comme celle de la gélatine, mesure l'imperfection de la digestion.

B. — *Action du liquide pancréatique*

1° *Action du suc pancréatique sur la gélatine non digérée par le suc gastrique.* LA GÉLATINE PERD, SOUS L'ACTION DIGESTIVE DU SUC PANCRÉATIQUE, LA PROPRIÉTÉ DE SE PRENDRE EN GELÉE PAR LE REFROIDISSEMENT ET DE PRÉCIPITER PAR LE BICHLORURE DE PLATINE, DE LA MÊME FAÇON QU'ELLE LES PERD SOUS L'INFLUENCE OU SUC GASTRIQUE EN SE TRANSFORMANT EN PEPTONE.

Nous avons vu que, par le fait d'une imperfection dans l'acte digestif gastrique, la gélatine pouvait passer inaltérée dans le duodénum; il est donc important de chercher à savoir ce qu'elle devient dans l'intestin.

Dans une expérience, chez un chien vivant, nous avons introduit dans le duodénum, lié aux deux bouts et préalablement lavé (1), 12 grammes de gélatine pure évaluée sèche. Douze heures après l'animal fut sacrifié : le contenu de l'intestin ne présentait plus aucun morceau de gélatine reconnaissable; un liquide sirupeux la remplaçait. Il fut mis sur le filtre, mais ce dernier ne retint que 3 grammes de gélatine solide, sèche, représentant ce qui, sur les 12 grammes, avait échappé à la digestion. Le liquide fut reconnu pour de la gélatine digérée, ou gélatin-peptone, et présenta aux réactifs les caractères suivants. Le tableau ci-dessous les expose com-

(1) Le canal cholédoque était lié.

parativement avec ceux de la gélatine digérée, mais par le suc gastrique. Remarquons qu'une portion de la gélatine digérée dans notre expérience avait déjà été absorbée et portée dans la circulation, car au lieu de 9 grammes de peptone que l'on aurait dû trouver dans le liquide, on n'en retrouva pas plus de 5.

RÉACTIFS.	GÉLATINE digérée dans le suc gastrique.	GÉLATINE digérée dans le duodénum.	PANCRÉATINE seule acide	GÉLATINE SEULE.
Réaction.	Acide.	Neutre.	Neutre.	Neutre.
Chaleur.	Rien.	Trouble.	Précipite.	Rien.
Acide nitrique.	Rien.	Trouble.	Précipite.	Rien.
Potasse.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Bichlorure de platine.	Rien.	Trouble.	Précipite.	Précipite.
Refroidissement.	Ne se prend pas	Ne se prend pas		Se prend en gelée.

Ainsi, la gélatine, après la digestion pancréatique comme après la digestion gastrique, perd la faculté de se prendre en gelée par le refroidissement.

Quant à la chaleur, à l'acide nitrique, on voit qu'ils produisent dans la liqueur de digestion pancréatique des précipités qu'ils n'opèrent point dans la liqueur de digestion gastrique; mais ce serait une grande erreur de croire que ces précipités établissent une différence entre la peptone venue de ces deux digestions.

En effet, la peptone est tout à fait étrangère à la formation de ces précipités; ils sont dus au suc pancréatique; si bien qu'ils se forment en abondance dans ce dernier, lors même qu'il n'a jamais digéré, tel qu'il sort du canal pancréatique;

ils se trouvent aussi dans la pancréatine (voir la 4e col. du tableau précédent) (1).

Le bichlorure de platine précipite un peu le suc pancréatique; on peut en conséquence rencontrer parfois un léger trouble après la digestion, sans qu'on doive l'attribuer à la peptone. Il est si abondant quand la gélatine n'a pas été digérée, qu'il y a alors précipité en masse par le sel platinique. Ce réactif est un moyen d'apprécier l'imperfection de la digestion. On peut faire des expériences très simples pour s'en assurer.

Je pris, par exemple, de la pancréatine pure obtenue par l'alcool d'un pancréas entier de chien, je constatai que le bichlorure de platine troublait, mais à peine, la dissolution.

J'introduisis dans cette liqueur digestive de la gélatine pure qui précipitait en masse par le sel platinique, même après son mélange avec la pancréatine.

Je mis ce mélange pendant douze heures à l'étuve.

Le résultat de la digestion fut que ce dernier ne précipitait plus par le bichlorure platinique.

La gélatine perd donc les mêmes propriétés dans le suc pancréatique que dans le suc gastrique, c'est-à-dire que l'estomac et le pancréas transforment la gélatine en une seule substance, la gélatin-peptone.

2° *Action du suc pancréatique sur la gélatin-peptone ou gélatine digérée par l'estomac.* LE SUC PANCRÉATIQUE N'EXERCE PLUS D'ACTION SUR LA GÉLATIN-PEPTONE, CAR C'EST UNE SUBSTANCE DÉJA DIGÉRÉE.

On ne pourrait méconnaître cette vérité, qu'en attribuant à une modification digestive toute nouvelle de la gélatin-

(1) On doit n'attribuer avec certitude *au produit digéré* dans le suc pancréatique que les seuls caractères qui ne se retrouvent pas dans le suc pancréatique.

peptone des caractères chimiques qui sont, au contraire, propres au liquide pancréatique.

La gélatine, on le sait, n'éprouve point de précipitation de la part de la chaleur, de l'acide nitrique, de l'azotate de plomb, du sulfate d'alumine; or, il en est tout autrement après la digestion duodénale ou pancréatique. On serait tenté, en conséquence, de penser que ces réactions nouvelles sont dues à une modification subie par la gélatine sous l'influence de la digestion.

Mais il n'en est rien, car ces réactions sont dues à la seule présence du suc pancréatique dans la liqueur digestive. Il est facile de voir, d'abord, que le suc pancréatique présente ces réactions, puis de s'assurer que ces précipités sont dus à lui seul; il suffit de doser comparativement ces précipités dans un suc pancréatique vierge et dans un pareil suc, mais ayant digéré de la gélatine, en ce dernier cas, ils n'ont subi, comparativement au premier, aucun accroissement.

Une dernière expérience peut prouver que le suc pancréatique n'a même plus à modifier par une digestion nouvelle la gélatine déjà digérée par l'estomac.

On met, à cet effet, 3 grammes de gélatin-peptone, retirée de l'estomac d'un chien et évaluée sèche; on la mélange avec de la pancréatine (obtenue également avec un pancréas du même animal) en quantité suffisante pour qu'on puisse, s'il y a lieu, obtenir une bonne digestion. On examine les réactions du mélange après une digestion prolongée de douze heures à l'étuve, on les compare à celles qui ont été trouvées avant l'action digestive et au moment même du mélange; or, on voit qu'elles sont absolument semblables, preuve bien claire qu'il ne s'est pas opéré de modification nouvelle.

Qu'aurait à faire le liquide pancréatique après le suc gas-

trique, puisque l'un et l'autre agissent dans le même sens et produisent une pareille peptone?

Action de la bile.

Nous n'avons qu'à répéter ce qui a été dit à propos de la digestion des autres aliments; la similitude est complète.

Nota. Je ne veux point abandonner ce chapitre sans rappeler à son propos, et d'une manière incidente : 1° une théorie que j'avais été conduit à formuler d'après des expériences faites en 1854; 2° une répétition défigurée de cette théorie faite par un physiologiste en 1856; 3° enfin, la manière dont je pense qu'il faut envisager d'une manière générale le but et la nature de la digestion.

Dans un mémoire : « *Aliments et nutriments*, » partant de ce fait clinique incontestable, que des malades avaient pu être nourris, pendant un temps assez long, par des bouillons de viande injectés dans le rectum, lesquels, par conséquent, avaient été absorbés sans avoir subi dans l'intestin l'action catalytique des sucs digestifs, je me suis demandé si le bouillon ne contiendrait pas une sorte de nutriment factice produit par l'ébullition.

J'injectai dans les veines, et comparativement, des quantités égales de cette substance et de nutriments réels provenant de la digestion. J'en fis autant pour le liquide provenant de l'albumine et de la fibrine bouillies quarante heures dans l'eau. Or, je vis qu'une portion très notable de la matière qui prend sa source dans la coction des substances azotées, injectée dans les veines, restait réellement dans l'économie à la manière des substances assimilables, nutrimentaires, provenant de la digestion.

Dans ce Mémoire, qui fut présenté à l'Institut (1), et dont je n'eus point de nouvelles. Je formulai les conclusions suivantes :

« Par la cuisson prolongée dans l'eau, l'albumine avait acquis les propriétés nutrimentaires que l'acte digestif lui eût données, fait capital et qui mérite la plus sérieuse attention.

» Le fait important pour moi, c'est la découverte d'un nutriment venu de l'albumine par la cuisson prolongée. »

Deux ans plus tard, l'un des juges émettait la théorie suivante : « Le séjour dans l'estomac, au contact du suc gastrique, agit à la façon de la cuisson (2).

» L'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur toutes les matières alimentaires serait de leur faire éprouver l'action que produit l'ébullition prolongée (3). »

On voit que cette théorie ne diffère de celle que je soutenais que par un point qui, suivant moi, est une grosse erreur, savoir que la digestion gastrique produit de la gélatine bien reconnaissable à sa propriété de se prendre en gelée par le refroidissement quand on sature l'acidité du chyme. Cette erreur a été relevée plus haut, jamais l'albumine, ni la fibrine, etc., etc., ne donnent de gélatine par la digestion ; la gélatine elle-même est altérée par celle-ci.

Ce qu'il eût été exact de dire, et qui fût rentré dans notre théorie, c'est que la gélatine (ou le tissu cellulaire) perd définitivement par la digestion gastrique, comme par la cuisson prolongée dans l'eau, la propriété de se prendre en gelée par

(1) Commission des prix de physiologie, 1855.

(2) *Leçons de physiologie faites au Collège de France*, 1856, p. 455.

(3) *Id.*, p. 418.

le refroidissement et celle de précipiter par le bichlorure de platine, c'est-à-dire cesse d'être de la gélatine pour se rapprocher de l'albuminose.

Si une ressemblance frappante suivant nous, mais non absolue, réunit la substance qui vient de l'action digestive et celle qui résulte de la cuisson prolongée des substances albuminoïdes dans l'eau, et fait mériter à l'une comme à l'autre la dénomination de nutriment et la qualité de matière assimilable, il est bon de faire remarquer combien la cuisson est inférieure à la digestion relativement à la quantité de ces nutriments produits.

Après les expériences faites sur le bouillon, je concluais en disant : « Le bouillon, l'osmazôme, ou extrait de viande, sont plus que des aliments bruts, mais ne sont pas encore des nutriments parfaits, » étant, à poids égal, moins assimilables que les albuminoses provenant de la digestion.

Après l'examen chimique des nutriments venus de la digestion et de ceux venus de la cuisson prolongée dans l'eau, je concluais encore qu'ils différaient entre eux; assertion devenue depuis plus évidente, car tandis que (ainsi que l'a démontré Longet) les albuminoses provenant de la digestion de l'albumine, de la fibrine, etc., masquent si puissamment le sucre de glucose à la réaction cupro-potassique, qu'on pourrait douter de la présence réelle de ce glucose si on ne l'y eût point mis, les nutriments venus par la cuisson prolongée de ces mêmes matières sont loin de posséder au même degré ce caractère.

De plus, tandis que la fibrine (ou la musculine, ou la caséine, etc.), soumise pendant quelques heures à la digestion, soit gastrique, soit pancréatique, est tout entière con-

vertie en nutriment sans laisser de résidu, un tiers à peine de la fibrine bouillie pendant quarante heures dans l'eau devient soluble et acquiert quelques propriétés nutrimentaires.

Cet exemple fait voir que, sous le rapport pratique, une distance énorme sépare la cuisson prolongée de la digestion.

Toutefois la digestion, quoi qu'on dise, est, en tant qu'action sur les aliments, une opération chimique.

Il ne répugne nullement de croire que plusieurs moyens différents par leur nature peuvent conduire au même but : la formation des nutriments. Je parle ici des aliments azotés, car pour les aliments féculents, la chose est claire (1).

Ce qu'il y a de particulier, c'est que là où, avec une grande perte d'aliment, l'exigence de beaucoup d'eau (2), d'une température élevée, la cuisson prolongée ne donnerait que très peu de matière alibile; la digestion, dans des conditions beaucoup plus simples, mais à l'aide de ferments spéciaux en très faible proportion (savoir la pepsine et la pancréatine) (3), produit sans perte, facilement et vite, des

(1) La salive, les sucs intestinaux, les sucs pancréatiques, etc., ont cette propriété : ils convertissent les aliments (fécule, amidon, sucre) en un nutriment. C'est là le produit de leur digestion; c'est une digestion, une transformation très élémentaire; l'économie, quelque malade qu'elle soit, presque jamais ne la manque. Hors l'organisme et sans digestion, la chimie sait faire ce glucose, et il a toutes les qualités qu'il eût acquises par la digestion. (*Aliments et nutriments*, loc. cit., 1854, p. 7.)

(2) Certaines substances albuminoïdes peuvent se dissoudre dans l'eau acidulée au millième; mais leur dissolution a des caractères physiques, chimiques, organoleptiques, qui les éloignent des nutriments. Ces sortes de dissolutions se rapprochent plus des nutriments si l'action des acides est aidée par celle de l'ébullition ou d'une douce température longtemps soutenue. Dans aucun cas, ce n'est de la gélatine.

(3) La première agit seulement à l'état acide, la deuxième n'a pas besoin de cela et agit également, qu'elle soit alcaline ou neutre.

quantités considérables de nutriments, et de nutriments plus parfaits.

Pour bien dire, ce qu'il y a de vital dans la digestion, c'est moins l'action digestive elle-même que la production de ces ferments spéciaux et puissants dont toute chimie est inhabile à produire même une parcelle.

Musculine.

La viande est composée, en majeure partie, de musculine, demi-solide pendant la vie, solide dans la condition inverse, étroitement emprisonnée dans du tissu cellulaire.

L'union intime de ces deux substances est une source de difficultés pour l'étude.

En effet, comment arriver à connaître les procédés, la nature, le produit de la digestion de la musculine, si avant son entrée dans le canal digestif celle-ci n'a pas été débarrassée des substances étrangères et nombreuses qui l'accompagnent.

Séparer, avant l'expérimentation physiologique, la musculine du tissu cellulaire, et de toutes ces substances, est, conséquemment, une précaution première d'une grande importance.

Trois moyens se présentent qui atteignent inégalement ce but :

1° On peut, par un traitement suffisamment prolongé (vingt à trente heures), dans l'eau bouillante (1), enlever ces matières étrangères, et détruire, ou au moins dissoudre, tout le tissu cellulaire, la musculine reste alors à peu près seule; mais, en cet état, elle est racornie, imperméable et d'une digestion fort difficile.

(1) Il faut toujours un lavage préalable à l'eau froide et prolongé.

2° On peut obtenir une musculine moins altérée et plus digestible quand on ne prolonge point l'ébullition au delà du temps nécessaire pour faire ce qu'on appelle le *bouilli* ; mais alors la musculine reste extrêmement impure, il s'en faut que le tissu cellulaire qui enveloppe les fibrilles musculaires ait été enlevé en entier et dissous par cette opération culinaire.

L'ébullition simple, l'ébullition prolongée sont donc de mauvais moyens analytiques d'étude, car dans le premier cas la musculine est impure, de telle sorte qu'on ne peut acquérir de certitude relativement aux propriétés, aux caractères que donne l'acte digestif à cet aliment; dans le second, par un procédé peu naturel, on l'a altérée, rendue plus réfractaire qu'elle ne l'est dans notre alimentation journalière.

3° Un autre procédé a été employé par Liebig et Lehmann, il est basé sur ce fait, que la musculine ou syntonine est insoluble dans l'eau pure, mais soluble dans l'eau acidulée au millième par de l'acide chlorhydrique (1).

Pour extraire la musculine suivant ce procédé, on prend de la viande de bœuf (la plus maigre possible), très finement hachée, on la plonge pendant quarante-huit heures dans de l'eau distillée et froide, fréquemment agitée et renouvelée.

Ce premier traitement blanchit la viande et a pour but de lui enlever absolument toutes les matières qui, entrant dans sa composition, sont spontanément solubles.

(1) Il faut une goutte d'acide pour 30 grammes d'eau, suivant l'expression de Liebig (*Nouvelles lettres sur la chimie*, par Liebig, traduction de Ch. Gerhardt. Paris, 1852, p. 50, note). La plupart des ouvrages français qui rapportent le fait commettent la très grande erreur de dire un *dixième d'acide chlorhydrique*. La musculine dissoute, et non digérée, est une substance qui, comme la gélatine dissoute, et non digérée, masque le sucre à la réaction cupro-potassique, mais cette propriété est considérablement augmentée lorsque ces aliments ont subi la transformation digestive et sont devenus *peptones*.

Ces substances sont, outre les sels, de l'albumine, de la caséine, de la créatine, de la créatinine, de l'acide inosique, de l'acide lactique, etc...

Un second traitement consiste à plonger la viande ainsi lavée dans de l'eau froide contenant pour chaque kilogramme un gramme d'acide chlorhydrique très pur et concentré. Au bout de dix à douze heures, la syntonine ou musculine est liquéfiée et dissoute dans l'eau acidulée.

Telle est, à peu près, pour le dire en passant, la préparation du bouillon de Liebig, dit bouillon fortifiant, qui, *à titre d'aliment*, a rendu et rend encore en Allemagne de très grands services, sa supériorité est incontestable, car il est chargé de toute la musculine, tandis que le bouillon ordinaire ne l'est que de la gélatine et d'un peu d'osmazôme (?).

C'est ce bouillon que, par une insigne erreur, on a présenté chez nous, non pas à titre d'aliment, mais comme une substance capable de se passer de l'influence digestive du suc gastrique et de la pepsine pour être assimilé.

Nous allons voir, au contraire, combien l'acte digestif, par l'action de la pepsine et de la pancréatine, modifie les propriétés de la musculine alimentaire qui y est contenue et *change ce bouillon en un nutriment désormais assimilable.*

Mais reprenons nos expériences.

Lorsque, par le procédé de l'acide chlorhydrique dilué, on a obtenu la musculine à l'état liquide et qu'on l'a filtrée, il suffit, pour la restituer à son premier état, de saturer exactement l'acidité de la solution par de la potasse, aussitôt cet aliment reprend l'état solide et se précipite sous forme de flocons, dont l'extrême rétractilité rappelle tout à fait la fibrine.

Ces flocons, ramassés, fournissent la musculine sans mélange de gélatine; mais ils contiennent énormément d'eau (quelquefois 85 pour 100).

Le volume occupé par cette musculine gonflée d'eau est si considérable, qu'il gêne excessivement l'expérimentation, spécialement quand on veut introduire une quantité notable de cet aliment dans le duodénum. Aussi, dans ce cas, la musculine doit être, au préalable, soumise entre plusieurs linges, à la presse, et son poids réel (à l'état sec) soigneusement noté avant chaque expérimentation.

A. — *Action du suc gastrique sur la musculine, résultat de cette action.*

Dans les expériences qui furent faites dans l'estomac des chiens vivants, pour les premiers essais, la musculine fut digérée en assez faible quantité.

Dans un cas, sur 7 grammes 50 centigrammes de musculine évaluée sèche (50 grammes humide), 3 grammes 50 centigrammes, c'est-à-dire près de la moitié, résista à la digestion.

Dans une autre circonstance, sur 36 grammes de musculine humide, les 4/5es furent dissous, mais c'était encore une digestibilité bien inférieure à celle des aliments que nous avons jusqu'à présent étudiés.

Il semblait donc que l'estomac avait une action assez restreinte sur cet aliment.

Mais je m'aperçus rapidement que j'avais introduit dans mes recherches une cause d'erreur.

En effet, la musculine que j'expérimentais était toute imprégnée du chlorure de potassium qui s'était formé lors de la saturation; or je savais, par des essais relatés dans un

autre mémoire, et faits à l'aide du sel commun (chlorure de sodium), que le suc gastrique devient incapable d'exercer la digestion d'une manière normale lorsque ce sel se trouve mêlé en trop grande proportion aux aliments; je soupçonnai donc un élément de trouble dans l'expérimentation.

Donc, je pris la précaution de laver la musculine à grande eau avant de la faire pénétrer dans l'estomac.

Ce que j'avais prévu arriva.

Dès que la musculine fut présentée à l'organe aussi pure que les autres aliments, elle-même fut digérée comme eux.

Ainsi, ayant mis une première fois 85 grammes de cette musculine lavée (valant 12 grammes 75 centigrammes à l'état sec) dans l'estomac d'un chien, la digestion fut si complète, que 1/13e seulement échappa à la dissolution et à la transformation.

Dans une autre expérience, 115 grammes de musculine humide, valant 15 grammes à l'état sec, furent aussi complétement dissous et transformés.

Il en fut de même dans la plupart des autres vivisections, bien que la quantité de musculine ingérée ait été parfois plus considérable.

Or, si l'on considère que l'on (1) a dénié à l'estomac la propriété de digérer la musculine, on voit que nos expériences, faites cependant *balance en main*, apportent à cette idée une bien grande contradiction, car non-seulement l'estomac digère la musculine, mais encore c'est avec une énergie à peu près double de celle avec laquelle il agit sur l'albumine (voy. p. 6) par exemple.

Il résulte de ces expériences que dans l'estomac 100 grammes de

(1) *Leçons de physiologie* citées, p. 402, 417, etc.

SUC GASTRIQUE PEUVENT DIGÉRER 30 A 40 GRAMMES DE MUSCULINE HUMIDE ET PRODUIRE 5 A 8 GRAMMES DE PEPTONE (ÉVALUÉE SÈCHE).

J'ai trouvé à la musculine complétement digérée (5 grammes pour 100 grammes de suc) les caractères suivants, que je mets en regard des caractères de la musculine telle qu'elle se trouve dissoute dans l'eau acidulée.

RÉACTIFS.	MUSCULINE non digérée.	MUSCULINE après la digestion gastrique.
Réaction.	Acide.	Acide.
Chlorure de sodium.	Précipite.	Ne précipite pas.
Chaleur.	»	»
Potasse.	Précipite.	Ne précipite pas.
Acide nitrique.	Précipite.	Ne précipite pas.
Bichlorure de platine.	Précipite.	Ne précipite pas.

On voit que la potasse, l'acide nitrique, le bichlorure de platine et un réactif fort utile dans ce cas, le *chlorure de sodium*, montrent que la musculine subit de la part du suc gastrique une transformation importante.

LE PRODUIT DIGÉRÉ PRÉSENTE EN OUTRE LES CARACTÈRES QUE NOUS SAVONS APPARTENIR AU GENRE PEPTONE.

Il est un fait remarquable que je dois signaler.

Si l'on arrive à comparer rétrospectivement la musculin-peptone avec la gélatin-peptone, on s'aperçoit qu'elles se ressemblent beaucoup. C'est même une chose remarquable, sur laquelle j'appelle l'attention des savants qui s'occupent d'organogenèse, de voir deux corps aussi différents que la musculine et la gélatine se résoudre par la digestion gastrique en deux substances si semblables, que nous n'y avons pu trouver aucun caractère différentiel.

B. — *Action du suc pancréatique sur la musculine.*

1° *Action du suc pancréatique sur la musculine non digérée par le suc gastrique.* — NON-SEULEMENT LE SUC PANCRÉATIQUE TRANSFORME LA MUSCULINE EN PEPTONE COMME LE SUC GASTRIQUE, MAIS IL SEMBLE QUE PENDANT UNE PÉRIODE DIGESTIVE LES DEUX FLUIDES DIGÈRENT CHACUN DE LEUR CÔTÉ UNE SOMME A PEU PRÈS ÉGALE DE CET ALIMENT (15 grammes évalué sec).

L'expérience la plus curieuse de celles qui m'amenèrent à formuler la proposition précédente est la suivante :

Deux chiens de même espèce, à peu près de même âge et de même poids, avaient été pris.

L'un avait reçu 14 grammes 50 centigrammes de musculine évaluée sèche dans l'estomac; il se trouva, après la digestion; que son suc gastrique avait complétement dissous et digéré 12 grammes de cette musculine.

L'autre avait reçu 16 grammes 60 centigrammes de ce même aliment dans le duodénum et avait été sacrifié également à la douzième heure.

Le contenu tout entier de l'intestin fut mis sur un filtre ; ce qui avait échappé à la dissolution digestive ne s'élevait qu'à 4 grammes 80 centigrammes. 12 grammes également avaient donc été digérés.

Dans les autres expériences tentées sur le même sujet, il s'en faut que le poids de musculine digéré par le duodénum fut toujours uniforme; mais il oscilla dans des proportions telles, qu'on peut conclure de ces recherches qu'il y a entre l'estomac et le duodénum une énergie digestive à peu près égale relativement à la musculine.

Les expériences qui furent faites sur la digestion par le suc pancréatique montrèrent que la musculine avait subi

une transformation réelle, et la même, quelle qu'ait été la réaction, acide ou alcaline, du milieu.

En effet, la musculine avait cessé d'être précipitable par la potasse, par le chlorure de sodium, et ne formait avec le bichlorure de platine qu'un trouble douteux.

Toutefois, je remarquai dans ces vivisections que les réactions étaient d'autant plus nettes, c'est-à-dire que la transformation était d'autant plus complète, que l'on avait mis en digestion une quantité de musculine (évaluée sèche) plus voisine de 10 grammes au plus ; au contraire, le précipité par le bichlorure de platine devenait plus fort et celui dû au chlorure de sodium reparaissait un peu quand le chiffre de 12 grammes était atteint ou dépassé, nouvelle preuve qu'il y a loin de la dissolution à la digestion véritable et parfaite. Il est évident, en effet, que ces dernières réactions accusaient la présence, non plus d'une peptone pure, mais d'un mélange de cette substance avec une autre moins complétement transformée qu'elle, bien que dissoute.

On voit que la musculine digérée par le suc pancréatique perd exactement les mêmes propriétés que lorsqu'elle a été digérée par l'estomac (1), car, pour les précipités qu'on lui

(1) On a, contre les observations de Spallanzani, Beaumont, Papponheim, Burdach, Schwan, avancé que la viande crue n'est nullement digérée par l'estomac, lequel ne ferait que dissoudre le tissu cellulaire unissant des fibres. M. Bernard a même exposé un dessin microscopique où il serait démontré que les fibres musculaires ne perdraient que leur enveloppe dans l'estomac et se videraient de leur contenu dans l'intestin. Le microscope a sans doute été employé dans de mauvaises conditions d'observation. En effet, la balance conduit à faire repousser, d'une manière très formelle, ces opinions exclusives et reconnaître à l'estomac, en même temps qu'au pancréas, une large part dans la digestion de la substance même des fibres musculaires. L'expérience directe peut être faite de la manière suivante : de la viande crue, très maigre et pourvue le moins possible de tissu cellulaire, est hachée, puis lavée à grande eau jusqu'à ce que toutes les matières naturellement solubles de la viande soient enlevées et que celle-ci soit absolument blanche. Cela fait, on estime, par la dessiccation d'un échantillon de cette viande,

trouve par la chaleur, l'acide nitrique, on sait qu'ils appartiennent au suc pancréatique lui-même (1), de telle sorte qu'il n'est pas possible de démontrer qu'il existe une différence réelle entre la musculin-peptone venue de la pepsine ou celle venue de la pancréatine.

Les expériences que nous venons de parcourir et celles qui suivent démontrent une chose importante, c'est que chaque aliment azoté, suivant sa nature, fournit par la digestion gastrique et pancréatique des poids très différents de peptone. Ainsi, les aliments donnés en abondance, ont fourni, soit par l'estomac, soit par le pancréas, pendant la période digestive entière, des quantités variables de peptones, dont j'exprime ici les moyennes :

combien elle contient en réalité de parties solides (ur, on sait que 100 grammes de viande sèche, suivant Berzelius et Braconnot, ne contiennent pas en moyenne au delà de 1 à 2 grammes de tissu cellulaire), puis on introduit dans l'estomac d'un chien une quantité de cette viande, qui, évaluée sèche, répondrait à 50 grammes. Douze heures après, la digestion est examinée : si elle a été régulière, par exemple, s'il y a eu 100 à 200 grammes de suc gastrique normal sécrété, on verra qu'en filtrant tout le contenu de l'estomac et en desséchant le résidu resté insoluble, ce dernier est bien loin de représenter les 50 grammes de substance confiée à la digestion gastrique. Loin que le chiffre de la matière dissoute soit seulement de 2 à 3 grammes, comme si le tissu cellulaire seul eût été digéré, *il s'élève à* 15, 20, 30 *grammes*.

Comment nier que dans la viande, la substance même de la fibre musculaire (musculine) ait été digestible par le suc gastrique? Dans un autre mémoire, nous entrerons dans de plus longs détails sur ce sujet, et nous examinerons l'action des diverses préparations culinaires sur la digestion de la viande. Disons d'avance que l'examen microscopique a montré à nos yeux que la fibre musculaire est soluble dans le suc gastrique et le suc pancréatique, avec cette différence que, avant de la dissoudre, le premier suc détruit la fibre en la *divisant* en fines molécules, tandis que le suc pancréatique la *gonfle*.

Cette différence entre l'apparence première des deux digestions avant la dissolution et la transformation finales, est générale et s'observe pour les aliments autres que la musculine.

(1) Lorsqu'on fait la digestion à l'étuve avec de la pancréatine pure, ces précipités s'affaiblissent, parce que la pancréatine se trouve diluée, mêlée avec les peptones.

Tableau sur la digestibilité des aliments.

ALIMENTS.	DIGESTION par l'estomac ou gastrique.	DIGESTION intestinale ou pancréatique.	LES 2 DIGESTIONS réunies.
	gr.	gr.	gr.
Albumine.....	6 à 7	7	13 à 14
Tissu cellulaire....	6	6	12
Gélatine.....	12	9	21
Fibrine.....	15	12	27
Caséine.....	13	13	26
Musculine.....	15	15	30

Bien que j'aie la certitude que ces chiffres sont peu rigoureux, parce que mes expériences n'ont pas été suffisamment nombreuses, leur examen ne donne pas moins un enseignement évident : à poids égal d'aliment, à force égale de digestion, l'albumine, le tissu cellulaire, la gélatine, fournissent deux fois moins de peptones, c'est-à-dire nourrissent deux fois moins que si l'on consomme de la musculine ou de la caséine ; résultats expérimentaux précieux qui expliquent la raison majeure pour laquelle la viande donne beaucoup de forces, pour laquelle un faible poids de fromage soutient l'ouvrier pauvre.

Ils montrent pourquoi l'on est dans le faux quand on veut estimer le pouvoir trophique des aliments d'après la seule quantité d'azote qu'ils contiennent, sans s'occuper de l'espèce azotée dont ils font partie, et par conséquent de leur équivalent digestif et nutrimentaire.

Si l'on n'avait à s'inquiéter ni de la dépense d'argent ni de la dépense de force digestive, il suffirait de manger jus-

qu'à ce que l'on soit suffisamment nourri, sans avoir besoin de chercher ou de suivre aucune règle.

Mais, pour celui qui, comme le peuple, doit épargner sa bourse et pour celui qui tient à sa santé, il est nécessaire de connaître les aliments qui, pour la moindre dépense et le moins de travail digestif, fournissent le plus de peptone.

Qu'arrive-t-il aujourd'hui en l'absence de connaissances sur le sujet qui nous occupe? On mange trop d'aliments, ne sachant pas celui qui, pour le même poids et la force digestive ordinaire, donne le plus de peptone. Dès lors, si on achète trop, il y a perte d'argent; or, une perte d'argent pour le pauvre ne se résout-elle pas en une perte de vie?

Ou bien, recevant un aliment qui, pour son poids, donne peu de peptone, l'estomac, pour obtenir une ration suffisante de cette dernière, déploie une surabondance de force. Or, tout organe surmené s'épuise d'autant. Ce déploiement inintelligent de force se résout encore en la perte d'une somme de vie, quelque minime qu'elle soit.

D'autre part, les riches, proportionnant mal la quantité d'aliments à leur capacité digestive, la fonction gastro-intestinale n'opère qu'incomplétement la transformation des aliments, et le sang se trouve vicié de toutes les substances imparfaites qu'on y a introduites.

On peut amoindrir la valeur des opinions précédentes, discuter sur le plus ou le moins, dire que tout ce qui précède est exagéré; mais, quelque petite que soit la part de vérité qu'on m'accorde, elle mérite grande considération.

Ne serait-il pas honteux de traiter d'utopies ridicules des tentatives qui peuvent conduire à instituer pour l'alimentation des règles qui, en ménageant la bourse, épargneraient aux organes des fatigues inutiles, respecteraient même, en

les régularisant, les caprices du goût, en un mot nous feraient user et jouir avec économie de notre propre corps?

Quant à la thérapeutique, combien ne gagnerait-elle pas à ces connaissances!

N'est-il pas évident que si l'on peut arriver, un jour, à apprécier rigoureusement les aliments azotés qui fournissent le plus de peptone sous l'influence de l'estomac, ceux qui en fournissent plus sous celle du pancréas, on saura quels aliments il faut donner de préférence quand l'un des deux organes est épuisé, doit rester en repos, et qu'il importe cependant de *relever rapidement les forces musculaires générales.*

On sait que dans les cas de gastralgie et d'entéralgie, ou il est plutôt indiqué de prévenir les douleurs ou la révolte des organes contre les aliments, que de réparer promptement l'économie, on ne doit plus se guider sur la quantité de peptone à produire, mais presque seulement sur la rapidité de la dissolution des aliments.

Caséine.

La caséine que nous avons étudiée a été obtenue du lait de vache par la précipitation à l'aide d'une trace d'acide, puis recueillie et lavée à grande eau pour la débarrasser de toutes les matières encore solubles.

Cette caséine renfermait du beurre dont il eût été facile de se débarrasser par l'éther; mais ce dernier corps exerce sur les matières azotées une déshydratation énergique qui a pour effet de racornir et rendre imperméables des substances que l'alimentation doit, au contraire, nous présenter dans cet état de mollesse et de perméabilité sans lesquelles il n'y a pas de digestion possible. J'ai dû, en conséquence, négliger un moyen de purification excellent s'il se fût agi d'études chi-

miques, mais détestable s'il est employé sur des aliments destinés aux élaborations de l'économie vivante. Le mélange de beurre avec notre caséine n'entrava, au reste, en rien nos études sur la digestion gastrique. Lorsqu'il s'est agi, en effet, d'apprécier la quantité de caséine réellement digérée par le suc gastrique, j'ai déduit le poids de beurre qui avait été introduit. Cela était facile, car j'avais chaque fois, sur un échantillon de la caséine, reconnu, à l'aide d'un lavage à l'éther, ce qu'elle emprisonnait réellement de matière grasse.

Enfin, lorsqu'il s'agissait de reconnaître les caractères de la substance dissoute et digérée, le filtre retenait le beurre, la liqueur filtrée ne contenait que la caséin-peptone.

A. *Action du suc gastrique sur la caséine.*

Dans une expérience, je pris 50 grammes de caséine humide représentant 15 grammes 50 centigrammes de caséine pure et sèche. Je l'introduisis dans l'estomac d'un chien à jeun, et je sacrifiai l'animal douze heures après. Les morceaux de caséine avaient, à part quelques fragments reconnaissables, complétement disparu.

Presque tout était liquéfié, car le filtre ne retint que 2 grammes 50 centigr. de matière sèche non dissoute (1).

J'estimai, d'après diverses expériences, que, DANS L'ESTOMAC, LE SUC GASTRIQUE EST CAPABLE DE DISSOUDRE 15 A 20 GRAMMES DE CASÉINE ÉVALUÉE SÈCHE.

Nos recherches confirment complétement ce fait connu, que la dissolution digestive de la caséine s'accompagne d'une transformation (caséin-peptone).

(1) Je ne puis m'imaginer comment on a pu émettre les idées suivantes : la caséine est une des matières qui deviennent insolubles sous l'influence du suc gastrique et arrivent ainsi dans le duodénum. (*Leçons de physiologie* citées, par M Claude Bernard, t. II, p. 430.)

La substance digérée et filtrée présente a l'examen les caractères génériques des peptones ; elle ne précipite ni par les acides ni par les alcalins, ni par la chaleur.

Elle a aussi perdu la propriété de coaguler sous l'influence de la présure ou des acides.

Mais nous n'avons pas trouvé que la caséin-peptone fût absolument semblable à la fibrine, à l'albumine ou à la musculine digérées; elle nous a présenté, en effet, quelques caractères qui la différencient des autres albuminoses.

La caséin-peptone se distingue de la fibrin-peptone en ce qu'elle ne précipite pas par le bichlorure de platine; elle paraît différer aussi des peptones venues de l'albumine, du tissu cellulaire et de la musculine, en ce qu'elle précipite très notablement par l'acétate neutre de plomb (1).

B. *Action du suc pancréatique sur la caséine.*

La caséine subit une dissolution et une transformation digestive de la part du suc pancréatique. C'est ainsi qu'ayant introduit 50 grammes de caséine (valant 15 grammes 50 centigrammes à l'état sec) dans le duodénum d'un chien vivant, dont la digestion fut examinée douze heures après, je reconnus que tous les fragments du caséum étaient devenus méconnaissables; toutefois, dans le liquide (d'une alcalinité très légère), qui s'élevait à 100 centimètres cubes, toute la caséine n'était pas liquéfiée; un tiers seulement environ avait été dissous. La digestion dans l'estomac a, comme on a vu, une

(1) L'acétate de plomb neutre est un mauvais moyen à employer quand on veut, dans une liqueur sucrée ou supposée sucrée, telle que des urines, précipiter toutes les matières albuminoïdes qu'elle contient et qui peuvent masquer la présence du sucre. Les albuminoses ou peptones (qui masquent puissamment le sucre) *échappent*, suivant nous, *justement presque toutes à la précipitation par l'acétate de plomb neutre.*

action bien plus considérable. Quand on fait la digestion à l'étuve, le suc gastrique, privé alors de mouvements de l'estomac, digère au contraire la caséine un peu moins bien (à quantité égale de ferment) que le suc pancréatique.

De l'ensemble des expériences faites chez les animaux vivants, on peut conclure que *le suc pancréatique est dans l'intestin le principal agent de la dissolution de la caséine, mais qu'il est presque trois fois moins puissant que le suc gastrique.*

Celles de ces expériences où le canal cholédoque fut lié, celles faites à l'étuve avec le liquide pancréatique ou la pancréatine pure, montrèrent le peu d'usage du suc intestinal proprement dit et de la bile dans cette digestion, car elle continua sans eux.

LA CASÉINE EST NON-SEULEMENT DISSOUTE PAR LE SUC PANCRÉATIQUE, ELLE EST DE PLUS DIGÉRÉE SOUS FORME DE PEPTONE.

Nous reconnaissons, en général, qu'un aliment est devenu peptone s'il a perdu quelques-unes de ses propriétés primitives importantes. Or, nous avons constaté tout d'abord que, par l'action du suc pancréatique (qu'il soit neutre, alcalin ou acide), la caséine a perdu la propriété de se coaguler par la présure. La chaleur, l'acide nitrique ou acétique, n'ont sur le suc pancréatique contenant de la caséin-peptone aucune action plus énergique ou d'une autre nature que sur le suc pancréatique isolé.

La potasse n'a aucune action sur la caséine digérée par le pancréas.

La caséin-peptone, comme les albuminoses en général, masque le sucre à la réaction cupro-potassique.

Une grande analogie réunit donc la caséin-peptone venue du suc gastrique et celle qui résulte de l'action pancréatique.

C. *Action de la bile.*

On se rappelle que nous avons, à propos de l'albumine, etc., démontré d'une manière très claire, et à l'aide d'expériences décisives, que ce serait une grande erreur de croire que la bile est capable de précipiter à l'état insoluble, dans l'intestin, la peptone qui résulte de l'action propre à l'estomac.

Les expériences faites sur la caséine démontrent exactement la même chose. Au contact du chyme acide, un précipité paraît ; mais la caséine digérée n'y est pour rien, car il se forme également bien dans du suc gastrique vierge de toute caséin-peptone et même dans une eau acidulée vierge de tout suc gastrique.

Une chose remarquable, c'est que chaque matière albuminoïde perd précisément, par la digestion, ses caractères les plus distinctifs : telle la musculine, qui perd la propriété d'être précipitée par le chlorure de sodium, la gélatine celle de former gelée par le refroidissement, la caséine celle de se cailler par la présure, l'albumine celle de se solidifier par la chaleur et les acides.

Ainsi, tant qu'elles ne sont qu'*aliments*, les substances azotées ont chacune une individualité fortement tranchée ; mais, dès qu'elles sont digérées, c'est-à-dire devenues peptones (nutriments azotés), leurs individualités deviennent peu accentuées, indécises.

Les aliments élevés au degré de *nutriments* se trouvent dans une espèce d'équilibre instable, tel que, à l'aide d'un changement léger, chaque organe peut désormais, selon ses besoins, les fixer *en les assimilant à sa substance même.*

Cette dernière opération a précisément reçu le nom d'assimilation (1).

Mais une autre manière de voir, une doctrine ancienne, encore défendue parfois de nos jours, existe, qui méconnaît ces changements ou renie leur utilité.

Suivant cette doctrine, la digestion n'a pour résultat que de fondre tous les aliments azotés sous une seule forme, l'*albumine*, avec ses caractères spécifiques.

En conséquence de cette supposition, l'albumine, quelle qu'elle soit, prise comme aliment, n'a besoin, pour devenir albumine du sang, que de passer intacte du canal intestinal dans les veines; *la digestion lui est inutile.*

Séduisante par une simplicité extrême, cette doctrine ne résiste toutefois à l'examen que si l'on s'appuie sur des méprises ou des équivoques.

1° L'estomac ne dissout pas les aliments azotés, sous forme d'albumine. Loin de là, l'action propre du ventricule digère et transforme l'albumine elle-même. Cette vérité résulte de tant d'observations rapportées ici par nous, et ailleurs par tant d'autres physiologistes, que nous renvoyons à elles. Toutefois, lorsqu'une partie d'albumine crue, confiée à la digestion gastrique, y a échappé, lorsque la fibrine n'a encore subi qu'une dissolution et n'a pas été complétement digérée, il est vrai qu'on trouve dans le chyme, sous l'influence de la chaleur et des acides, un précipité caractéristique d'albumine; mais une recherche exacte, nous le savons, conduit à reconnaître que ce précipité est dû, dans le premier

(1) Le mot *assimilation* ne devrait être rigoureusement employé que relativement aux nutriments plastiques, car les nutriments respiratoires ne s'assimilent sans doute jamais aux tissus et ne deviennent point substance d'organe; tout au plus forment-ils des dépôts, comme la graisse, qui est emprisonnée dans le tissu cellulaire.

cas, à l'albumine alimentaire, restée intacte, dans le second, à une substance coagulable par la chaleur (l'albumine caséiforme) résultat d'une digestion incomplète de la fibrine : aussi rien n'est plus facile que de faire disparaître cette albumine par une digestion plus parfaite. Il faudrait donc s'appuyer sur une méprise pour nier une chose irrécusable, savoir, que le produit d'une véritable digestion gastrique n'est jamais de l'albumine, mais est de l'albuminose ou peptone.

2° La digestion intestinale ne transforme pas non plus les aliments azotés en albumine. Ni la bile, ni le suc pancréatique, soit par eux-mêmes, soit par leur alcali, n'altèrent l'incoagulabilité des peptones et jamais ne les reconstituent en albumine.

Nous allons examiner les choses sous plusieurs faces, relativement à cette digestion intestinale.

En effet, les auteurs qui voulaient constituer, comme fait, l'hypothèse de la production finale de l'albumine par la digestion, l'ont étayée chacun d'une raison expérimentale différente.

Werner (1800), ayant dit que, lorsque l'estomac versait son contenu dans le duodénum, la bile précipitait le chyle en flocons blancs, les uns en ont conclu que c'étaient les aliments dissous par l'estomac qui étaient précipités, sous forme solide, par la bile (1); d'autres, allant plus loin, ont ajouté que ce précipité était l'albumine qui allait passer dans le sang.

Quoique le fait relatif à l'existence du précipité soit vrai, la méprise relative à la nature de celui-ci est néanmoins grossière.

Nous avons vu, en effet, que loin que la substance du précipité indiqué par Werner soit formée par l'aliment digéré (peptone), elle est formée par la bile elle-même.

(1) M. Cl. Bernard.

Une partie de la bile (dyslysine?) constitue ces flocons blancs pris pour de l'albumine. L'agent de la précipitation est le suc gastrique ou le chyme agissant en vertu de leur acidité, tellement que l'eau pure, mais acidulée (voyez p. 22), fait précipiter de la bile les mêmes flocons résinoïdes qui n'ont rien de commun ni avec les peptones ni avec l'albumine.

On a été plus loin; quoiqu'il n'y ait point là d'albumine, on a cherché à en expliquer la présence par de bonnes raisons.

A. Les uns ont dit : Tous les aliments se résolvent réellement en albumine dans l'estomac; si l'on ne la retrouve point, c'est qu'elle est masquée par l'acidité du chyme; tout alcali qui sature et fait disparaître l'acidité du chyme démasque et fait apparaître l'albumine.

Prout, Schérer, Béclard, ont partagé plus ou moins ces opinions; mais Valentin, Schiff, Lehmann, Frerichs, les ont combattues (1).

Schiff a vu par des expériences directes que l'albumine digérée par l'intervention du suc gastrique ne peut plus reprendre sa coagulabilité par un contact prolongé avec la bile, et Lehmann déclare qu'il n'a jamais pu, dans les conditions les plus variées, transformer par la bile ou tout autre liquide la peptone en une matière coagulable par la chaleur ou par les acides, c'est-à-dire en albumine.

Quant à moi, je dois dire qu'ayant pris, dans un grand nombre d'expériences, des peptones venues par la digestion gastrique de la caséine, de l'albumine concrète, de la musculine, de la gélatine, etc., je n'ai jamais pu, en les neutralisant, les faire passer, non plus, à l'état d'albumine.

(1) Voyez Longet, *Traité de physiologie*, t. II, p. 249.

On s'explique, néanmoins, l'erreur où sont tombés certains auteurs, puisque l'albumine concrète non lavée peut retenir de l'albumine liquide, et que la fibrine incomplétement digérée peut présenter de l'albumine caséiforme, en sorte que dans ces deux cas exceptionnels on peut avoir un précipité par la chaleur (même en l'absence de bile ou d'alcali quelconque), si la digestion gastrique est imparfaite.

Bien que la bile, le suc pancréatique, leur alcalinité, soient impuissants à transformer les peptones de la digestion en albumine, on pourrait croire que le sang lui-même a plus d'efficacité (1).

Cette supposition n'a toutefois jamais été vérifiée, au dire de Lehmann. M. J. Béclard a cru avoir découvert le moment de cette conversion des peptones en albumine du sang (2); mais, suivant nous, ses expériences mêmes conduisent à des conclusions toutes différentes.

Cet auteur a constitué ses recherches sur l'analyse, à différentes époques de la digestion, du sang de la veine porte (veine més. sup.) *comparé au sang veineux général.*

Les expériences IVe, VIIe, Xe de son mémoire, le conduisent à déclarer que l'albumine du sang augmente considérablement durant les deux ou trois premières heures du travail digestif (3), et que cette augmentation est due à l'arrivée par absorption des produits digérés eux-mêmes.

(1) M. Béclard est de ceux qui pensent que les peptones deviennent albumine sous l'influence de la saturation du chyme par un alcali. Il est probable que ses essais ont été faits avec de la fibrine et dans les conditions d'erreur que nous avons signalées. Toutefois nous faisons une supposition, car ses expériences ne sont point rapportées par lui en détail.

(2) *Recherches expérimentales sur les fonctions de la rate et sur celles de la veine porte*, par J. Béclard (*Archives génér. de méd.*, 4e série, t. XVIII, Paris, 1848).

(3) *Loc. cit.*, p. 138, § 3.

Voici ces analyses ; j'ai seulement ajouté le calcul de la somme générale des matériaux azotés trouvés séparément par M. J. Béclard dans chacune des deux veines.

IV. — *Chien tué en pleine digestion* (1) *de pain et de viande.*

Sang de la veine jugulaire.		Sang de la veine porte (v. més).	
Globules, fibrine.....	158,20	Globules, fibrine.....	58,97
Albumine et sels.....	62,90	Albumine, sels.....	162,18
Total des matériaux azotés	221,10	Total des matériaux azotés	221,15

Cette expérience, qui, pour l'auteur, prouve qu'une partie considérable d'albumine (100 parties) est venue de l'intestin enrichir la veine porte, me conduit, au contraire, à cette conclusion : que par l'absorption digestive, les matériaux azotés du sang de la veine porte comparé au sang veineux général *ne se sont pas accrus d'un seul centième ;* en effet, le total de ces matériaux présente :

Sang de la veine jugulaire = 221,10.

Sang de la veine porte = 221,15.

On sait, d'ailleurs, combien à la deuxième et troisième heure de la digestion la dissolution, la transformation de la viande, et par conséquent son absorption, sont peu avancées ; de telle sorte qu'on aurait lieu de s'étonner, *à priori*, que les produits, à ce moment digérés et absorbés, eussent pu déjà tripler la quantité primitive de l'albumine du sang et la porter de 58 à 162 parties.

Si l'on vient, de plus, à examiner les chiffres de l'analyse précédente, on est frappé d'une chose, c'est que les matériaux azotés du sang de la veine porte (comparés à ceux du sang veineux général) se sont modifiés, non dans leur quantité, *mais*

(1) *Loc. cit.*, p. 323, 1re ligne, etc.

dans leur nature, comme s'il y avait eu dans ce sang lui-même une transformation simple de ses éléments azotés les uns dans les autres ; 100 parties de globules et fibrine ont précisément fait place à 100 parties d'albumine.

On remarquera que, lorsque par le fait de l'alimentation, les mêmes éléments, globules, fibrine, se trouvent dans l'*intestin*, ils y subissent d'abord de la part du suc pancréatique une transformation exactement semblable en albumine (caséiforme) par un commencement d'action digestive.

Or, si je considère que vers la deuxième et troisième heure de la digestion : 1° le suc pancréatique est versé à l'état pur, et par conséquent actif, dans le duodénum ; 2° qu'il peut passer dans la veine porte, car l'absorption par les veines mésentériques n'est pas suspendue ; 3° que le suc pancréatique peut exercer son action digestive dans un milieu alcalin comme le sang, quelque hardie que soit au premier abord mon hypothèse, je n'hésite point à conclure que : DANS LA VEINE PORTE LES GLOBULES (1) ET LA FIBRINE DU SANG NE FONT AUTRE CHOSE QUE CE QU'ILS FERAIENT DANS L'INTESTIN SOUS L'INFLUENCE DU SUC PANCRÉATIQUE, ILS SUBISSENT UN COMMENCEMENT DE DIGESTION ET SE TRANSFORMENT EN ALBUMINE (ALBUMINE CASÉIFORME).

J'ajoute que je ne crois point avoir, ainsi qu'on m'en accusera assurément, commis une folie en émettant cette idée nouvelle d'une digestion réelle prolongée jusque dans les veines et s'attaquant à la substance même du sang (2). Qu'y

(1) Les globules, pendant la digestion pancréatique, se déchirent, s'émoussent. Or, suivant Lehmann, les globules dans le sang de la veine porte paraissent aussi tachelés, déchirés, dentelés.

(2) Cette digestion intra-veineuse des matériaux azotés du sang de la veine porte ne serait-elle point le moyen employé par la nature pour continuer à fournir à l'économie, malgré l'abstinence prolongée, les albuminoses ou peptones que les aliments lui fournissent dans l'état ordinaire? (Voyez *Dyspepsie et consomption ; — usage de la pepsine*, par L. Corvisart, 1854, p. 37, 38, 40.)

a-t-il, en effet, d'étrange à admettre que le suc pancréatique alcalin peut être absorbé dans l'intestin et opérer dans la veine porte la transformation digestive des globules et de la fibrine, puisque cela a lieu exactement de même dans l'intestin lorsque ces derniers éléments y rencontrent ce même suc pancréatique?

Si je ne recule pas, d'autre part, devant la digestion de certains éléments du sang lui-même, n'est-ce point que les globules et la fibrine n'étant pas doués de la vie, ne sont pas capables de résister à la digestion à la manière des tissus organisés et vivants?

Quoi qu'il en soit, il ne résulte pas moins de toutes les expériences en question (1) que, pendant les trois premières heures de la digestion, l'absorption est loin d'apporter au

(1) L'expérience suivante de M. Béclard, faite sur un lapin, montre la même transmutation sur la place de la fibrine et des globules au profit de l'albumine du sang dans la veine porte, sans que les matériaux azotés de ce dernier (comparé au sang veineux général) se soient accrus de plus d'un centième par absorption digestive :

X. — LAPIN TUÉ TROIS HEURES APRÈS UN REPAS DE SON ET DE LÉGUMES.

Sang de la veine jugulaire.		*Sang de la veine porte.*	
Globules, fibrine.	116,91	Globules, fibrine.	105,21
Albumine, sels	58,29	Albumine, sels	66,13
Total des matières azotées .	170,30	Total des matières azotées .	171,34

La digestion des globules et de la fibrine du sang pourrait-elle se compléter dans la veine porte comme elle le peut dans l'intestin? L'expérience VII paraîtrait le prouver; car, bien que 57 parties de fibrine et de globules disparaissent, l'albumine n'augmente que de 4 parties à peine. Enfin, arriverait-il des cas où l'albumine du sang subirait elle-même la digestion complète, et, devenue aussi peptone, disparaîtrait, assimilée par les tissus? On pourrait le supposer d'après l'analyse VI, où la fibrine et les globules, diminuant de 50 parties dans la veine porte, l'albumine elle-même perd 6 parties sur 71,18. Mais nous ne voulons rien conclure d'une manière formelle de ces deux dernières expériences, parce que les animaux ayant bu, ainsi que le déclare M. Béclard, ce fait a pu apporter quelques changements dans la composition du sang.

sang de la veine porte des matériaux azotés abondants et nouveaux.

C'est entre la huitième et la dixième heure après le repas que d'autres analyses de sang démontrent que, à cette époque, à laquelle l'absorption gastro-intestinale a déployé toute son activité, et à laquelle aussi les sucs digestifs, susceptibles d'être absorbés, ayant épuisé dans l'intestin leur énergie et leur action propre, sont, par conséquent, devenus incapables d'opérer la digestion intra-veineuse, le sang de la veine porte devient beaucoup plus riche en matériaux azotés que le sang veineux général; cet enrichissement peut s'élever à 30 et 40 parties (1).

Mais encore loin que ce soit en albumine, c'est en fibrine et globules ; ces derniers matériaux augmentent de 33 parties dans la VIIIe et de 41 parties dans la XIe (2) expérience de M. Béclard; après avoir nié que les substances azotées de la digestion sont absorbées sous l'état d'albumine, dirons-nous, pour cela, qu'elles le sont plutôt sous l'état de fibrine et de globules? Nullement.

Loin d'envisager les nutriments azotés comme se résolvant dans le sang en une seule substance (l'albumine ou les globules, par exemple), nous croyons, au contraire, que ces substances gardent leur diversité. Cette diversité même des peptones, est, suivant nous, ce qui favorise les changements en vertu desquels celles-ci vont former, les unes la musculine dans les muscles, les autres l'albumine dans le système nerveux, d'autres enfin la substance gélatigène dans les enve-

(1) Obligé de combattre M. Béclard dans ses conclusions, nous devons rendre hommage au talent, à la précision qui ont présidé à ses expériences, puisque c'est dans ces qualités mêmes que nous avons puisé nos armes.

(2) De 17 parties chez le cheval.

loppes et les couches celluleuses, etc. (1), chaque peptone ayant, jusqu'à un certain point (peut-être suivant son origine première, peut-être aussi suivant d'autres conditions inconnues), une destination particulière d'après les besoins de l'économie.

Ces peptones séjournent-elles longtemps dans la circulation, ou trouvent-elles, à peine absorbées, un emploi direct? Nous pensons que, sans avoir le temps de s'accumuler dans le sang, elles vont se fixer aussitôt dans les tissus. Les raisons qui nous font admettre cette manière de voir sont : 1° que l'augmentation des matériaux azotés du sang pendant la digestion (quelle que soit la nature de ceux-ci) est toujours bien inférieure à la quantité des peptones réellement produites; 2° que l'on ne rencontre jamais dans le sang général, sauf quelques cas de maladie, une quantité tant soit peu considérable d'albuminose.

On peut voir, et il y a lieu d'être surpris que cette remarque n'ait pas été faite, que les matières azotées dites extractives (osmazôme de quelques auteurs) sont incoagulables par la chaleur, les acides, etc., et ont presque toutes les propriétés qui caractérisent les peptones, si bien qu'il serait difficile de dire en quoi elles diffèrent.

Or, rien de plus remarquable que de voir les chylifères (2), la veine porte (3) et ses continuations capillaires, les veines hépatiques (4), c'est-à-dire les veines qui reçoivent le plus directement les produits de la digestion, être précisément

(1) Le sang, pour sa part, peut sans doute régénérer quelques-uns de ces éléments par l'albumine.

(2) Lehmann, *Précis de chimie physiologique animale*, traduction de Ch. Drion. Paris, 1855, p. 154.

(3) Idem., *ibid.*, p. 149.

(4) Idem., *ibid.*, p. 149.

beaucoup plus riches en ces mêmes matières dites extractives (peptones?) que tous les autres vaisseaux de l'économie.

Pour nous, ces peptones viennent de trois digestions principales : une intra-gastrique, une intra-intestinale, une intra-veineuse. Toutes trois concourent au même but, la transformation des aliments azotés en substance nutrimentaire, et ne diffèrent que par des conditions variées d'action. Quoi de plus dissemblable, en effet, que l'estomac, vaste poche, et le pancréas, glande compacte ; et cependant, quoi de plus semblable que leurs produits, les peptones ? Quoi de plus différent que le tube duodénal et les capillaires mésentériques ou porto-hépatiques ? or, quoi de plus semblable que la digestion qui s'y opère ?

Insistons sur ce que les divisions capillaires qui réunissent et confondent la veine porte et les veines sus-hépatiques paraissent favoriser par un contact plus intime l'action du ferment pancréatique : 1° sur les matériaux azotés du sang ; 2° sur les substances incomplétement digérées, et néanmoins absorbées des aliments, de telle sorte qu'après le déversement de ces capillaires dans les veines sus-hépatiques, les produits de la digestion intra-veineuse sont bien plus abondants qu'au début dans la veine porte.

Cette digestion prolongée dans les veines montre ainsi la raison pour laquelle l'augmentation des matières azotées extractives (albuminose) du sang, déjà notable dans la veine porte, se trouve encore beaucoup accrue dans les veines hépatiques. On peut lire, en effet, dans l'ouvrage de Lehmann (p. 149), que le sang des veines hépatiques renferme « tant de matières extractives et une quantité d'eau relativement si petite, que la totalité de ses principes solides est plus grande que celle du sang de toute autre provenance. »

Nous aurions encore à faire exactement les mêmes observations, si nous avions à nous occuper ici de la digestion intra-veineuse des aliments dits respiratoires, et de cette transformation de l'amidon et de la dextrine en *glycose* qui, s'opérant dans le duodénum sous l'influence du suc pancréatique, se continue au milieu du sang porto-hépatique, par le simple mécanisme de cette digestion prolongée intra-veineuse.

Mais, pour terminer notre travail en rentrant dans son sujet spécial, disons que ce qu'il y a de plus certain, c'est que le suc gastrique et le suc pancréatique modifient les caractères des aliments qui sont confiés à la digestion; que ces aliments sont transformés par le suc gastrique comme par le suc pancréatique en peptones et albuminoses, et que c'est de l'albuminose que rencontrent les vaisseaux qui vont puiser dans le tube gastro-intestinal les éléments digérés de la réparation de tous les organes et du sang lui-même.

FIN.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

On est très peu instruit sur la manière dont les aliments animalisés ou azotés sont digérés dans l'*intestin;* depuis la découverte (1836) de Purkinje et Pappenheim, relative à l'action dissolvante que le pancréas peut exercer sur eux, découverte, d'ailleurs, presque méconnue, la science n'a rien acquis de nouveau.

Les recherches physiologiques expérimentales que nous rapportons sur la *seconde digestion* (digestion intestinale) nous ont amené aux conséquences qui suivent et qui nous paraissent importantes. Celles-ci sont de deux sortes :

1° Les unes, physiologiques, directes, sont l'expression des faits expérimentaux.

2° Les autres, pathologiques, indirectes, sont des inductions ou corollaires qui éclairent, suivant nous, quelques points de médecine clinique.

I. — Propositions physiologiques.

1. Les aliments azotés sont digérés par l'estomac; ils le sont aussi par le pancréas.

2. Le pancréas est, pour ainsi dire, un organe supplémentaire, dont l'action, pour les repas copieux, vient s'ajouter à celle de l'estomac.

3. La nature des deux digestions est semblable, en ce sens que chaque aliment soumis, soit à l'une d'elles, soit à l'autre, est transformé en un produit alibile exactement semblable (l'albuminose ou peptone).

4. Le suc pancréatique éprouve, sous l'influence de la chaleur et de certains agents, des réactions particulières que *le suc gastrique n'éprouve point*. Cette différence dans les sucs se retrouvant après que, par la digestion, ils se sont chargés de peptones, on a pu croire, à tort, à une différence entre celles-ci; mais l'erreur possible, étant signalée, est facile à éviter.

5. Lorsqu'un aliment ou une portion d'aliment azoté a subi complétement la digestion gastrique, le suc pancréatique n'exerce plus aucune action sur lui et ne le transforme pas en une autre peptone.

6. C'est sur la partie des substances albuminoïdes qui a quitté l'estomac avant d'avoir été transformée en albuminose que le pancréas est appelé à agir.

7. Dans certains cas, la somme d'action du pancréas peut égaler celle de l'estomac.

8. Si l'on n'avait égard qu'à la quantité des fluides digestifs sécrétés, on croirait l'estomac bien plus puissant, car le suc gastrique est dix fois plus abondant que le suc pancréatique; mais, par compensation, le suc pancréatique est dix fois plus riche en ferment (pancréatine).

9. Si l'action du suc gastrique est aidée par un séjour et un brassage prolongés avec l'aliment, le suc pancréatique jouit du grand privilége d'agir également bien à l'état alcalin.

neutre ou acide, et trois fois plus vite sur l'aliment azoté.

10. Tout est disposé dans le duodénum pour que le suc pancréatique agisse aussitôt qu'il rencontre l'aliment; tout est disposé dans l'estomac pour qu'une grande portion des aliments soit transformée en peptone, et, de plus, pour que l'autre portion soit au moins préparée à subir très rapidement la digestion pancréatique.

11. Cette préparation, qui varie avec la qualité et la quantité, soit de l'aliment, soit du suc gastrique, etc., etc., consiste tantôt en une simple imbibition, tantôt en une dissociation ou en une division extrême, tantôt en une dissolution. La digestion pancréatique, vu sa rapidité forcée, trouve dans cette préparation un aide utile, l'estomac jouant, dans ce cas, vis-à-vis du pancréas, le même rôle que les dents remplissent vis-à-vis de la digestion gastrique.

12. Toutefois, de même que le suc gastrique peut digérer seul, le suc pancréatique est capable d'accomplir seul la digestion des aliments qui n'auraient pas subi cette préparation ou division gastrique. Ainsi les matières albuminoïdes, *directement* mises en fragments dans l'intestin à l'état de *crudité*, c'est-à-dire sans aucune préparation, y sont parfaitement et complétement digérées; l'action est seulement plus lente.

Le suc pancréatique exerce par lui-même la digestion des aliments azotés, sans qu'il ait besoin de l'adjonction du suc intestinal ou de la bile pour acquérir la propriété digestive. Pratiquée à l'étuve dans des bocaux, avec du suc pancréatique ou de la pancréatine isolée, la digestion des aliments azotés se passe comme dans le duodénum même.

13. Lorsque le suc gastrique et le suc pancréatique sont séparés et agissent successivement, chacun exerce sa fonction

dans sa plénitude, et la quantité d'albuminose produite peut être ainsi doublée.

14. Mais c'est une chose remarquable que si ces deux ferments digestifs se rencontrent à l'état pur, les deux digestions cessent de s'exercer aussi librement; loin que le produit digéré soit doublé par cette réunion, au contraire il peut se réduire à rien, car dans cette circonstance non physiologique, la pepsine et la pancréatine s'entre-détruisent.

15. Dans l'état normal, la nature prévient ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux ferments; 2° la digestion gastrique même par laquelle la pepsine, en formant la peptone, s'épuise et s'abolit; 3° la bile, qui, ainsi que l'a démontré Pappenheim, anéantit l'activité du ferment gastrique.

16. La bile ne précipite pas la peptone produite par l'influence de l'estomac, de sorte que la digestion soit détruite et à refaire; au contraire, c'est la bile elle-même qui est précipitée par l'acide du suc gastrique ou du chyme.

17. La nature de l'aliment azoté influe beaucoup sur la quantité de peptone que, au profit de l'économie, les deux digestions successives peuvent produire. Ainsi dans nos expériences, tandis que la musculine, la caséine, fournissaient près de 30 grammes de peptone parfaite, l'albumine ou le tissu gélatigène, quoique donnés à quantité égale, en produisaient à peine 15 grammes.

18. La digestion, soit gastrique, soit pancréatique, efface d'abord dans les diverses substances albuminoïdes leurs propriétés les plus caractéristiques; elle liquéfie les insolubles, enlève à l'albumine sa coagulabilité, à la caséine la propriété de se cailler par la présure, à la gélatine celle de se prendre en gelée, à la musculine celle de se précipiter par le chlorure

de sodium, etc.; enfin elle les transforme toutes en albuminoses ou peptones.

Les albuminoses, pour avoir des réactions individuelles beaucoup moins prononcées que les matières albuminoïdes dont elles émanent, n'en conservent pas moins des caractères différentiels.

19. La nature des peptones varie comme les substances azotées dont elles proviennent, cette variété répondant ainsi à des besoins (plastiques?) différents de l'économie.

20. Les albuminoses ou peptones qui ont le plus d'analogie et sont les plus difficiles à distinguer entre elles sont : l'albumin-peptone, la musculin-peptone, et, chose remarquable, la gélatin-peptone, comme si les aliments dont elles émanent étaient entre eux moins différents qu'on ne croit. La fibrin-peptone, la caséin-peptone, se distinguent mieux entre elles et des précédentes.

De ces faibles différences entre les nutriments azotés ou peptones résulte, chez eux, une espèce d'équilibre instable favorable au travail d'assimilation exercé par les tissus.

21. Les peptones ont pour caractères génériques qu'elles restent toujours solubles dans l'eau, soit acide, soit neutre, soit alcaline, ce qui assure une facile circulation dans l'économie. La chaleur ne les coagule pas; l'acétate de plomb ne précipite pas la plupart d'entre elles. Les peptones, d'ailleurs, résistent, en général, mieux que les matières azotées alimentaires aux combinaisons métalliques insolubles.

22. Les peptones forment un genre aussi bien caractérisé que le genre albuminoïde; il est évident, toutefois, que les progrès de la science détermineront leur nature d'une manière bien plus précise qu'on ne peut le faire aujourd'hui.

23. Quelques physiologistes persistent dans cette erreur

singulière de croire que l'estomac ne fait que gonfler ou diviser les aliments sans les dissoudre. Quelle dénégation apporter à la balance qui montre que, pour un poids considérable, chaque aliment albuminoïde, soumis à l'estomac, est non pas divisé, mais dissous, passe à travers le filtre, est absorbé par les membranes?

24. D'autres ont soutenu que le suc gastrique, opérant sur les aliments azotés, ne produit que de la gélatine, sans songer que les caractères qui font de la gélatine une espèce albuminoïde particulière n'ont jamais pu être reconnus dans le chyme, même *neutralisé*, après une digestion de fibrine, de caséine, de musculine, d'albumine, et que la gélatine elle-même perd *définitivement* ses caractères spécifiques, c'est-à-dire se digère dans le suc gastrique.

25. Enfin, d'autres, poursuivant cette hypothèse ancienne que l'albumine du sang n'est que la matière digérée elle-même, veulent qu'en cessant d'être acides, c'est-à-dire étant neutralisées, les peptones se résolvent en albumine; l'erreur n'est possible que si, à l'exclusion des autres aliments, on n'envisage que l'albumine ou la fibrine, dont une digestion incomplète prête à l'équivoque. En effet, l'albumine crue échappe toujours en partie à la digestion gastrique; la fibrine mal digérée ne se transforme qu'en albumine (caséiforme): hors ces deux cas, si l'on expérimente le produit régulièrement digéré par l'estomac de l'albumine concrète (et lavée), de la caséine, de la musculine, de la gélatine, il n'y a plus accès au doute. Ces peptones gastriques ne renferment jamais d'albumine.

26. Les peptones reçues ou produites par le suc pancréatique ne forment point non plus d'albumine nouvelle, et, qu'elles soient primitivement ou consécutivement acides,

alcalines ou neutres, n'augmentent pas d'un poids appréciable l'albumine coagulable que le suc pancréatique pur et sans peptone *contient normalement*.

27. Pendant les trois premières heures qui suivent le repas, époque à laquelle la dissolution, la transformation et l'absorption digestives sont très peu avancées, le sang de la veine porte (comparé au sang veineux général) ne s'enrichit point d'une quantité sensible de matériaux azotés par absorption digestive; d'un autre côté, dans l'intestin ou à l'étuve, sous l'influence du suc pancréatique alcalin, les éléments du sang, globules, fibrine, se transforment en albumine (caséiforme), par un commencement de digestion.

28. Or, si l'on considère que pendant les trois premières heures de la digestion : 1° le suc pancréatique versé dans le duodénum y reste à l'état pur et actif; 2° qu'il peut passer dans la veine porte, car l'absorption par les veines mésentériques n'est pas suspendue ; 3° que le suc pancréatique peut exercer son action digestive dans un milieu alcalin comme le sang. Si l'on considère, d'autre part, que, précisément, pendant ces trois premières heures, une grande partie des globules et de la fibrine du sang de la veine porte se transforment dans cette veine, *à poids égal, en albumine* (commencement de transformation pareil à celui qu'ils eussent subi dans l'intestin sous l'influence de ce même suc pancréatique), il est difficile de reculer devant cette hypothèse, que je formule nettement, d'une *véritable digestion intra-veineuse*.

29. On n'a tracé, entre les matières azotées dites extractives et l'albuminose produite par la digestion gastrique ou pancréatique, aucun caractère réellement différentiel. Or, les vaisseaux chylifères, *la veine porte et sa continuation, les veines hépatiques*, c'est-à-dire les vaisseaux qui reçoivent le

plus directement les produits de la digestion, sont beaucoup plus riches en matières extractives (albuminose) que le reste du sang ; on remarquera qu'ils le sont aussi en glycose.

30. La richesse des vaisseaux du foie en nutriments (albuminose, glycose) peut s'expliquer par l'absorption gastro-intestinale à laquelle vient se joindre d'une manière active la digestion prolongée intra-veineuse, sans que le foie, en lui-même, y soit pour rien.

II. — Corollaires ou inductions pathologiques.

A. Il est presque certain qu'il existe (relativement aux aliments albuminoïdes) une dyspepsie duodénale causée par la viciation, l'insuffisance ou l'absence du suc pancréatique, et dont les symptômes n'apparaissent qu'à partir de la deuxième ou troisième heure de la digestion, avec sensation plus profonde que dans la dyspepsie gastrique (voyez *propositions* 1, 2, 3, 6, 7). Dans le cas de dyspepsie duodénale pancréatique, l'usage de la pancréatine administrée à l'intérieur est indiqué.

B. Une dyspepsie duodénale secondaire peut provenir d'une insuffisance presque absolue de la division que le suc gastrique fait *au moins* subir aux aliments qu'il n'a pas encore transformés en peptones. La digestion pancréatique est alors plus lente, comme est plus lente la digestion gastrique lorsque les dents n'ont pas suffisamment rempli leur emploi. Cette dyspepsie pancréatique secondaire se guérit, quant à elle, à l'aide du traitement approprié à la dyspepsie primitive gastrique.

C. Une dyspepsie duodénale secondaire peut encore provenir, ou d'une surabondance excessive de suc gastrique, ou

d'une *insuffisance* de l'anneau pylorique, car dans ces deux cas distincts, le suc gastrique arrive dans le duodénum en y conservant, malheureusement, son activité, qui nuit dès lors à celle du suc pancréatique (voy. *propositions* 13, 14, 15, 16).

D. Une troisième dyspepsie duodénale secondaire peut provenir d'une insuffisance dans la sécrétion biliaire, cette insuffisance amenant (par défaut d'anéantissement de l'activité du suc gastrique dans le duodénum) les mêmes fâcheux effets que dans les deux cas précédents.

E. Une dyspepsie qu'on pourrait appeler porte ou hépatique peut résulter d'une viciation de la digestion intraveineuse.

F. Certains symptômes de dyspepsie, de gastralgie, d'entéralgie, d'hépatalgie, peuvent être attribués à tort à l'estomac, à l'intestin, au foie, et ne résulter que de l'absorption par la veine porte du suc pancréatique trop abondant, trop actif ou trop irritant.

G. La bile, qu'elle parvienne pathologiquement dans l'estomac par le pylore ou par la bouche et le cardia, anéantit l'activité du suc gastrique dans le ventricule. Cette connaissance peut servir à faire employer la bile pour parer à la surabondance maladive du suc gastrique.

H. A poids égal d'aliment azoté, à force digestive égale, l'économie trouve un poids variable de peptone, poids variable suivant la nature de l'aliment azoté. Il est clair qu'on est tout à fait dans l'erreur quand, en hygiène, on estime le pouvoir *trophique* d'une espèce alimentaire azotée uniquement d'après la richesse en azote de celle-ci. L'équivalent trophique ou nutrimentaire des aliments n'est pas aussi simple à fixer.

I. Quand il est plus urgent de calmer les douleurs et la révolte des organes digestifs que de relever les forces musculaires, il faut donner pour nourriture l'aliment qui se dissout le plus vite et le plus complétement, quelle que soit la quantité élevée de peptone qu'il fournisse.

J. Mais quand il est plus urgent de relever rapidement les forces musculaires que d'amoindrir des souffrances gastro-intestinales, il faut, au contraire, faire choix des aliments qui, pour une force digestive égale, fournissent le poids le plus élevé de peptone, bien qu'ils soient susceptibles de se dissoudre et de se digérer plus lentement (voy. *proposition* 17).

K. Celui qui ne digère qu'avec un organe (estomac ou pancréas) est par ce fait mis environ à la demi-ration de peptone; de même celui qui, avec une force digestive normale et égale, ne mange que de l'albumine ou du tissu gélatigène (au lieu de caséine ou de musculine qui fournissent le double de peptone), se trouve aussi mis par ce fait à la demi-ration de peptone, et n'est nourri qu'à moitié (voy. *proposition* 17).

Dans les deux cas précédents, une suractivité, soit de l'organe restant (premier cas), soit des deux organes (deuxième cas), peut intervenir et tirer des aliments la ration entière de peptone, mais il ne faut pas se confier longtemps à cette extrême ressource fonctionnelle, car toute *suractivité* persistante a pour résultat plus ou moins éloigné, mais final, d'épuiser.

L. Non-seulement il ne faut pas donner longtemps une seule espèce d'aliment azoté, par la raison qu'une seule espèce de nutriment azoté (ou peptone) est insuffisante à réparer la variété des organes, mais aussi parce qu'un même aliment donné exclusivement et consécutivement (huit jours de suite,

par exemple) cesse d'exciter la sécrétion gastrique et cessede subir intégralement la transformation digestive.

M. La plupart des peptones que nous avons étudiées ont la propriété d'échapper à la précipitation par l'*acétate neutre de plomb*. Or, dans tous les cas où les matières albuminoïdes de l'urine se trouvent être du genre albuminose, elles y persistent malgré l'acétate de plomb employé pour les précipiter, et masquent, le plus énergiquement de toutes, le sucre à la réaction cupro-potassique; de sorte que celui-ci peut être méconnu là où il est.